

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERECI

Ekonomická fakulta



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2012

Bc. Patrik Bálek

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERECI

Ekonomická fakulta

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: Podniková ekonomika

Oceňování energeticky úsporných technologií

The valuation of energetical economy technologies

DP-EF-KPE-2012-02

Bc. Patrik Bálek

Vedoucí práce: Ing. Pavla Švermová, Ph.D., katedra podnikové ekonomiky

Konzultant: RNDr. Ivan Dvořák, CSc., ILA, s.r.o.

Počet stran: 77

Počet příloh: 1

Datum odevzdání: 04. 05. 2012

místo pro zadání

místo pro zadání

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, 01. 04. 2012

Anotace

Diplomová práce se zaměřuje na téma: oceňování energeticky úsporných technologií. Hlavním cílem případové studie je prokázání dostatečné ekonomické efektivity v podmínkách ČR. Zároveň je její snahou posílit nedostatečnou osvětu v oblasti laické veřejnosti a vyvinout tlak na ukončení investic do současných dlouhodobě neperspektivních oborů energetiky. Předmětem práce jsou vybrané technologie v oblasti snižování energetické náročnosti budov ve spojení s technologiemi využívající obnovitelných zdrojů energie, za účelem energetické autonomie podniků v sektoru státní správy. Výsledky práce podporují myšlenku ekonomicky efektivních a energeticky úsporných opatření v tomto sektoru. Výsledky mimo jiné zahrnují reálné doby návratnosti realizovaných investic, jež jsou kratší, než je doba jejich životnosti. Zároveň jsou tudíž generátorem čistého zisku za současné podpory životního prostředí. Za hlavní přínos autora je považován důkaz, že minimálně v sektoru státní správy má investice do energeticky úsporných technologií smysl.

Annotation

This thesis focuses on the theme: the valuation of energy-saving technologies. The main objective of case study is demonstrating the economic efficiency in terms of CR. It's effort is also to strengthen lack of awareness of the general public and put pressure to stop the current unviable long-term investments in the energy industry. The subject of study are selected technologies which decrease the energy performance of buildings in conjunction with technologies that use renewable energy sources to achieve energy autonomy for enterprises in the government sector. The results support the idea of work and cost-effective energy saving measures in this sector. The results include, inter alia real payback of the investments, which are shorter than the period of their life. It is also generator of net profit for the current aid environment. The main contribution of the author is considered the evidence that at least in the government sector has investments in energy saving technology makes sense.

Obsah

Teoretická část	18
1 Technologie	19
2 Výpočet hodnoty technologie pomocí DPT	20
2.1 Čistá současná hodnota	20
2.1.1 Diskontní sazba aneb WACC	21
2.1.2 Vnitřní výnosová míra	22
2.1.3 Ekonomická přidaná hodnota	23
2.2 Konečná hodnota	23
2.2.1 Oceňovací metoda na bázi perpetuity	23
2.2.2 Oceňovací metoda růstu ve vzdálené budoucnosti	24
2.2.3 Shrnutí	25
3 Obnovitelné zdroje energií	26
3.1 Politická situace	27
3.1.1 Národní akční plán	27
3.1.2 Státní energetická koncepce	28
4 Vybrané energeticky úsporné technologie	32
4.1 Elektronický předřadník osvětlení	32
4.1.1 Princip	32
4.1.2 Efektivita	33
4.1.3 Ekonomika	33
4.2 Tepelná izolace objektů	33
4.2.1 Princip	34
4.2.2 Efektivita	40
4.2.3 Ekonomika	41

4.3	Fotovoltaika	41
4.3.1	Princip.....	41
4.3.2	Efektivita	43
4.3.3	Ekonomika.....	43
4.4	Větrná energie.....	46
4.4.1	Princip.....	48
4.4.2	Efektivita	49
4.4.3	Vhodnost užití	50
4.4.4	Ekonomika.....	51
4.5	Biomasa	53
4.5.1	Princip.....	53
4.5.2	Plánování investičního projektu	54
4.5.3	Efektivita	55
4.6	Kogenerace	55
4.6.1	Princip.....	55
4.6.2	Efektivita	56
4.6.3	Ekonomika.....	57
4.7	Solární termika.....	58
4.7.1	Princip.....	58
4.7.2	Efektivita	59
4.7.3	Ekonomika.....	60
	Praktická část.....	61
5	Popis výchozího stavu energetické bilance kasárenského komplexu.....	62
5.1	Energetická část	62
5.1.1	Vytápění a příprava TV	62
5.1.2	Elektrická energie	62

5.1.3	Energetické vstupy	63
5.2	Stavební část	67
5.2.1	Obvodový plášť	67
5.2.2	Průsvitné výplně	67
5.2.3	Vodorovné konstrukce.....	68
5.2.4	Energetická náročnost.....	68
6	Vyhodnocení výchozího stavu energetické bilance kasárenského komplexu	70
6.1	Hodnocení tepelně technických vlastností objektů.....	70
6.2	Hodnocení tepelné techniky a vytápění	70
6.3	Hodnocení osvětlení	71
6.4	Hodnocení technologické spotřeby elektrické energie	71
6.5	Potenciál dosažitelnosti energetických úspor	71
7	Ekonomika energeticky úsporných opatření	72
7.1	Osazení elektrických předřadníků osvětlení	72
7.1.1	Investiční náklady.....	72
7.1.2	Cash-Flow.....	73
7.1.3	Hodnocení ekonomiky.....	74
7.2	Tepelná izolace objektů	74
7.2.1	Investiční náklady.....	75
7.2.2	Cash-Flow.....	76
7.2.3	Hodnocení ekonomiky.....	77
7.3	Fotovoltaický systém	77
7.3.1	Investiční náklady.....	79
7.3.2	Cash-Flow.....	79
7.3.3	Hodnocení ekonomiky.....	80
7.4	Solární termika.....	81

7.4.1	Investiční náklady.....	82
7.4.2	Cash-Flow.....	82
7.4.3	Hodnocení ekonomiky.....	83
7.5	Větrná elektrárna.....	84
7.5.1	Investiční náklady.....	85
7.5.2	Cash-Flow.....	85
7.5.3	Hodnocení ekonomiky.....	87
8	Celkové hodnocení ekonomiky	88
8.1	Investiční náklady	88
8.2	Cash-Flow	88
8.3	Shrnutí.....	90

Seznam ilustrací

Obrázek 3.1 - Zůstatek energetických zásob při současném tempu těžby	26
Obrázek 3.2 - Výroba elektřiny z OZE a druhotných zdrojů energie.....	29
Obrázek 3.3 - Tuzemská spotřeba PEZ	30
Obrázek 3.4 - Skladba energetického mixu do roku 2050	31
Obrázek 4.1 - Kontaktní zateplovací systém	36
Obrázek 4.2 - Odvětraný zateplovací systém	37
Obrázek 4.3 - Sendvičový zateplovací systém	38
Obrázek 4.4 - Princip fungování FV článku.....	42
Obrázek 4.5 - Vývoj výkupních cen elektřiny z OZE v letech 2007-2012	44
Obrázek 4.6 - Porovnání ČSH pro různá časová období.....	45
Obrázek 4.7 - Vnitřní výnosové procento pro různě dlouhá období	45
Obrázek 4.8 - Princip elektromagnetické indukce.....	48
Obrázek 4.9 - Uspořádání strojovny větrné elektrárny.....	49
Obrázek 4.10 - Větrná mapa ve výšce 100 metrů na území ČR.....	51
Obrázek 4.11 - Kogenerační systém ORC	56
Obrázek 4.12 - Účinnost kogeneračního zařízení ORC na spalování biomasy.....	57
Obrázek 4.13 - Porovnání nákladů za topnou sezónu na vytápění domu.....	58
Obrázek 4.14 - Princip solárně-termického systému.....	59
Obrázek 5.1 - Situační plán kasáren	69
Obrázek 7.1 - Situační plán tepelné izolace objektů	75
Obrázek 7.2 - Odhad měsíční produkce elektrické energie FV systémem.....	78
Obrázek 7.3 - Situační plán tepelné FV systému	78
Obrázek 7.4 - Situační plán tepelné solárně termického systému	82
Obrázek 7.5 - Situační plán instalace VtE.....	85

Seznam tabulek

Tabulka 2.1 - Násobky konečné hodnoty	24
Tabulka 4.1 - Dynamika instalací větrných elektráren v EU	47
Tabulka 4.2 - Spotřeba elektrické energie	52
Tabulka 4.3 - Fakturace za dodanou energii.....	52
Tabulka 4.4 - Charakteristické vlastnosti paliva z biomasy	54
Tabulka 4.5 - Příklad ekonomické efektivity solárně-termického systému.....	60
Tabulka 5.1 - Spotřeba elektrické energie v letech 2005 – 2012	63
Tabulka 5.2 - Průměrná měsíční spotřeba elektrické energie v letech 2005 až 2011.....	64
Tabulka 5.3 - Okamžitá spotřeba elektrické energie na osvětlení.....	64
Tabulka 5.4 - Spotřeba tepla v letech 2006 až 2011.....	65
Tabulka 5.5 - Průměrná měsíční spotřeba tepla v letech 2006 až 2011	66
Tabulka 5.6 - Průměrná roční spotřeba energií	67
Tabulka 5.7 - Souhrnné hodnocení budov a spotřeba tepla na vytápění	68
Tabulka 7.1 - Investiční náklady na osazení elektrických předřadníků osvětlení.....	72
Tabulka 7.2 - Roční úspora elektrické energie během období životnosti investice	73
Tabulka 7.3 - Ukazatele ekonomické efektivity elektrických předřadníků osvětlení.....	74
Tabulka 7.4 - Investiční náklady na zateplení	75
Tabulka 7.5 - Charakteristika objektů a spotřeba na vytápění po zateplení.....	76
Tabulka 7.6 - Ukazatele ekonomické efektivity tepelné izolace objektů	77
Tabulka 7.7 - Investiční náklady na FV systém	79
Tabulka 7.8 - Roční diskontované peněžní toky FV systému	80
Tabulka 7.9 - Ukazatele ekonomické efektivity tepelné izolace objektů	80
Tabulka 7.10 - Roční diskontované peněžní toky Solárního termického systému.....	82
Tabulka 7.11 - Ukazatele ekonomické efektivity solárního termického systému	83
Tabulka 7.12 - Průměrná měsíční rychlost větru v roce 2010 v m/s.....	84
Tabulka 7.13 - Roční diskontované peněžní toky VtE.....	86
Tabulka 7.14 - Ukazatele ekonomické efektivity VtE.....	87
Tabulka 8.1 - Výchozí údaje pro celkové hodnocení ekonomiky investice.....	88
Tabulka 8.2 - Celkové Cash-Flow investice.....	88
Tabulka 8.3 - Celkové Cash-Flow a DPT v jednotlivých letech hodnocení investice	89

Tabulka 8.4 - Ukazatele ekonomické efektivity sloučené investice	90
--	----

Seznam použitých zkratk a symbolů

A	plocha
ASEK	aktualizovaná státní energetická koncepce
CAMP	model oceňování kapitálových aktiv
CF	peněžní tok
CIGS	složka polovodičů
CZT	centrální zásoba tepla
ČSH	čistá současná hodnota
DALI	protokol ovládání elektronického předřadníku
DPT	diskontovaný peněžní tok
E	Energie
EBITDA	zisk před zdaněním a odpisy
ENB	energetická náročnost budovy
EP	elektronický předřadník
EVA	ekonomická přidaná hodnota
F	vstupní energie slunečního záření
f	atmosférická hustota
FV	fotovoltaika
g	míra růstu v absolutní hodnotě
I	investiční náklady
IRR	vnitřní míra výnosnosti
k	koeficient ztráty
M	diskontní sazba
n	pořadové číslo roku
NAP	národní akční plán
NN	nízké napětí
ORC	organický Rankinův cyklus
OZE	obnovitelné zdroje energie
P	výkon
PN	přechod propouštějící elektrický proud
PV	současná hodnota
PVC	polyvinylchlorid
Q _k	jmenovitý výkon kotle
Q _n	tepelná zátěž budovy
S	velikost skladu paliva
SEK	státní energetická koncepce
T _b	jmenovitá doba hoření
TV	teplá voda
v	rychlost větru
V	objem
VN	vysoké napětí
VtE	větrná elektrárna

W	výkon větru
WACC	vážené průměrné náklady na kapitál
X	násobek konečné hodnoty perpetuity
ZPZE	zákon o podporovaných zdrojích energie
$\Delta\vartheta$	teplotní rozdíl mezi kolektorem a okolím
η	účinnost

Úvod

Změna klimatu má zásadní vliv na směr, kterým se bude vývoj obnovitelných zdrojů energie (dále jen OZE) ubírat. Teorie, která uváděla, že za změnu klimatu může pouze přirozený cyklus, jímž Země prochází, je již dlouho překonána. Naprosto nevyvratitelným se stal fakt, že za změnou klimatu stojí činnost člověka, jenž primárně produkcí CO₂ významným dílem přispívá ke zvyšování skleníkového efektu, díky kterému se průměrná teplota na Zemi zvyšuje. Tento problém je obecně znám již dlouho, ale opravdová pozornost se mu dostala až v období 70. let při ropných šocích. V tu dobu si lidstvo uvědomilo, že globální oteplování bude mít na život na zemi zásadní vliv. Pokud se má současná situace změnit, pak pouze za kombinace optimálního energetického mixu obnovitelných energií. Jak ale tohoto zdánlivě utopického cíle dosáhnout? Díky přirozené lidské touze poznávat a objevovat nové věci bylo možné vyvinout technologie, které zajistily reprodukci těchto objevů a poznání a mohly být uvedeny v život pro potřeby ostatních. Současná společnost je dnes motivována pouze penězi, jako obecně uznávanou formou užitku. Je smutným faktem, že světem hýbe tato abstraktní forma. Dokud ale reprezentují prostředek, jímž je možné užitek zhmotnit, je třeba se této omezující podmínce efektivního fungování čehokoli přizpůsobit. Aby se dosáhlo požadovaného cíle, musí veřejnost změnit vnímání a obecné povědomí o ekonomickém přínosu využití energeticky úsporných technologií. Jinými slovy, pokud má člověk investovat své omezené zdroje do technologie, která má pozitivní vliv na prostředí, ve kterém žije, musí především přinášet zhodnocení těchto investovaných zdrojů ve formě peněz. Pokud se tak neděje, pak nezáleží na tom, jak obecně prospěšná technologie je a investice do ní jednoduše realizována nebude, protože neponese zisk. A právě proto je nutné ji ocenit a ekonomicky tak vyjádřit její přínos. Práce si klade za cíl potvrdit fakt, že se do energeticky úsporných technologií z ekonomického hlediska investovat vyplatí, čemuž se bude věnovat případová studie v praktické části diplomové práce, kde bude hodnocena ekonomika energeticky úsporných opatření kasárenského komplexu metodou čisté současné hodnoty. Záměrem je také mimo jiné snížit energetickou náročnost komplexu ve spojení s iniciací opatření vedoucích k energetické autonomii na externích dodavatelích elektřiny a tepla pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody.

Teoretická část

Práce se v teoretické části zaměřuje na úvod do vybraných nejpoužívanějších a nejefektivnějších energeticky úsporných technologií, ze kterých bude v praktické části sestaven energetický mix pro konkrétní subjekt.

1 Technologie

Podle Boera je technologie použití vědomostí k užitečným cílům.¹

Slovo je odvozeno z řeckých slov „techné“ (dovednost) a „logos“ (slovo). Její význam prudce vzrostl s rozmachem průmyslové revoluce a dnes sahá do všech odvětví v průmyslu a vědě.²

S technologií se však v obecném pohledu setkává denně každý z nás, kdy jsou námi data shlukována do informací, z jejich souboru vznikají pracovní postupy za přítomnosti hmotných statků. Pokud je možné tyto postupy reprodukovat, pak vzniká technologie. Technologii lze vnímat jako aktivum hmotné i nehmotné, jenž má pro každého jedince svou vlastní hodnotu. Hodnota je vyjádřena cenou. Cena je množství peněžních prostředků, které je zájemce o dané aktivum při směně ochoten vynaložit. Existuje několik druhů cen, tou nejdůležitější je však pouze jedna a sice „realizační cena“. Pro ocenění aktiv je používáno mnoho způsobů. Aby se skutečná hodnota aktiva co nejvěrněji promítla do jeho ceny, je zásadní mít přístup k symetrickým informacím. Čím více se důvěryhodnost informací vzdaluje skutečnosti, tím nižší vypovídací schopnost cena o hodnotě aktiva má a může tak dojít k jejímu odklonu.

¹ BOER, P.; The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, p. 8.

² Technologie. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 14. 2. 2012 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Technologie>.

2 Výpočet hodnoty technologie pomocí DPT

Diskontovaný Peněžní Tok (dále jen DPT) je klíčem k ocenění jakéhokoli aktiva, které bude získáno v budoucnosti. Z onoho slova „diskontovaný“ se vyvíjí zásadní termín nutný pro aplikaci této metody. **Diskontní sazba** představující cenu kapitálu, který bude použit pro podnikatelskou činnost. Diskontní sazbu představuje další termín: **Weighted Average Cost-of-Capital** (dále jen WACC) představuje vážené průměrné náklady na kapitál. Důležitým pojmem je dále **Internal Rate of Return** (dále jen IRR), což je vnitřní míra výnosnosti. Užitím diskontovaného peněžního toku je možné získat tzv. čistou současnou hodnotu (dále jen ČSH), nebo je možné určit **Economic Value Added** (dále jen EVA), což je ekonomická přidaná hodnota. Na bázi DPT je nakonec možné určit **závěrečnou hodnotu** projektů mající potenciál být komerčně úspěšné. O všech těchto a dalších pojmech bude v následujícím textu pojednáno. DPT je tedy „tok peněz“ v budoucím období, do jehož výpočtu je zakomponována diskontní sazba v určité míře, která je zahrnuta do výpočtu diskontu, který je pro každý jednotlivý rok, pro který je hodnota počítána, jedinečný, např. po dobu patnácti let. Díky tomuto postupu získáme již dříve uvedenou čistou současnou hodnotu.³

2.1 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota je součtem záporné investiční částky a všech diskontovaných peněžních toků za sledované období. Její podstata je následující. Koruna držená dnes má vyšší hodnotu, než koruna držená zítra. Tato koruna může být však investována tak, že bude mít dnes vyšší hodnotu než zítra. Pokud tomu tak je, pak je čistá současná hodnota kladná. Pokud tomu tak není, je záporná a v důsledku toho bude naše koruna investovaná dnes mít hodnotu nižší a tudíž investici nebudeme realizovat. Jinými slovy je možné dnes investovat méně, než jednu korunu, abychom zítra inkasovali právě jednu korunu. Výpočet je umožněn dle vzorce:

$$PV = \sum CF_n / (1 + M)^n \quad (1)$$

CF_n = finanční platby v roce n

M = diskontní sazba neboli cena peněz.

³ BOER, P.; The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, p. 120-140.

Čistá současná hodnota je potom vypočtena ze vzorce:

$$\text{ČSH} = -I_0 + \sum CF_n / (1 + M)^n,$$

kde: (2)

I_0 = investovaná částka.

Abychom mohli vůbec ČSH počítat, je nutné znát onu diskontní sazbu, která je tedy cenou za investovaný kapitál. Tato sazba je reprezentována již zmiňovanými průměrnými náklady na kapitál.⁴

2.1.1 Diskontní sazba aneb WACC

Náklady na kapitál WACC jsou závislé na struktuře pasiv, čili na poměru zadlužení a čistého jmění. Jak úvěr, tak čisté jmění (rozumíme vlastní kapitál v podobě akcií) mají svou cenu. Vypočítají se ze vzorce:

$$\text{WAAC} = (\% \text{ úvěru}) * (\text{cena úvěru po zdanění}) + (\% \text{ čistého jmění}) * (\text{cena čistého jmění}) \quad (3)$$

Do určité míry jsou náklady na **cizí kapitál** nižší než, náklady na vlastní kapitál. Navíc v jejich prospěch účinkuje tzv. finanční páka, nebo také daňový štít. Vysvětlení je následující. Pokud si vypůjčíme určité množství peněz ve formě úvěru, platíme za něj bance **úroky**, které jsou však odečitatelnou daňovou položkou a snižují nám tudíž základ pro výpočet daně z příjmu, čímž zcela logicky docílíme toho, že zaplatíme méně na daních, při stejných výnosech. Tento poměr je však nutné sledovat, protože pokud by podnik byl předlužený, cena úvěru by byla stále větší a negativní efekt by převážil ten pozitivní. Je-li podnik financován pouze z vlastního kapitálu, žádná finanční páka k dispozici není, jelikož dividendy nejsou daňově odečitatelnou položkou a pokud se akcionářům vyplácí, děje se tak z čistého zisku.⁵

Náklady na **vlastní kapitál** představují zaprvé **výnos bez rizika**, jenž je odvozen od úrokové sazby centrální banky, která má k bezrizikovému obchodu s penězi nejbližší a za druhé **rizikovou prémii**, která zahrnuje ochotu podstoupit riziko plynoucí z přenechání

⁴ BOER, P.; The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, p. 123.

⁵ Tamtéž, s. 128-129.

volných finančních prostředků. Zde přichází ke slovu **diverzifikace portfolia**, která minimalizuje specifické riziko. Systémové riziko je možné snížit sledováním tzv. **bety**, což je hodnota udávající vztah mezi pohybem akcií a pohybem trhu. Beta je bezrozměrné číslo uváděné v tisku, a čím nižší hodnotu má, tím je akcie stabilnější. Nižších hodnot nabývají akcie např. komunálních služeb, jež jsou na trhu celkem nezávislé a svým charakterem připomínají veřejné statky. Naopak mladé dynamicky se rozvíjející podniky mají betu mnohem vyšší. Model oceňování kapitálových aktiv CAMP určuje rizikovou prémii zahrnutím hodnoty beta do výpočtu. Jde o součin této hodnoty a rizikové premie průměrné akcie, která je sledována již po desetiletí. Náklady na vlastní kapitál tedy vychází ze vzorce⁶

$$\text{náklady na vlastní kapitál} = \text{bezriziková sazba} + (\text{beta} * \text{tržní premie}). \quad (4)$$

Diskontní sazba má své specifikum, kde hraje hlavní roli faktor času. S každým následujícím sledovaným obdobím tato míra snižuje současnou hodnotu peněžního toku. V raných letech výzkumného projektu jsou zpravidla finanční toky záporné z důvodu investic nemalých peněžních prostředků, na které navíc působí daná diskontní sazba. Postupem času, jak se projekt chýlí ke svému závěru a komercializaci jsou postupně záporné finanční toky převážené těmi kladnými (indikátor toho, že technologie je již komerčně využívána). Pokud tyto toky v budoucnu obstojí proti diskontní sazbě, která jejich hodnotu понижuje, vytvoří kladnou čistou současnou hodnotu a podnik může pod dlouhá následující léta zvyšovat svou hodnotu při stabilním růstu. Zde přichází ke slovu **metoda růstu ve vzdálené budoucnosti**, o které bude pojednáno později v souvislosti se závěrečnou hodnotou.⁷

2.1.2 Vnitřní výnosová míra

Vnitřní výnosová míra IRR je procentuální hodnotou těsně související s diskontní sazbou. Udává maximální možnou míru diskontní sazby tak, aby čistá současná hodnota investice byla nulová. Pokud je IRR vyšší než je diskontní sazba, technologie vytvořila pro své majitele navíc ekonomickou hodnotu, která činí rozdíl mezi IRR a diskontní sazbou.

⁶ BOER, P.; The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, p. 129-132.

⁷ Tamtéž, s. 136-137

Jinými slovy, nejen, že peněžní tok z technologie pokryl náklady na projekt a náklady na kapitál, dokázal navíc vydělat další finanční prostředky ve prospěch firmy.⁸

2.1.3 Ekonomická přidaná hodnota

Tato hodnota přímo souvisí s vnitřní výnosovou mírou. Pokud je IRR vyšší než je diskontní sazba, technologie vytvořila pro své majitele navíc ekonomickou hodnotu, která činí rozdíl mezi IRR a diskontní sazbou. Jinými slovy, nejen, že peněžní tok z technologie pokryl náklady na projekt a náklady na kapitál, dokázal navíc vydělat další finanční prostředky ve prospěch firmy.⁹

2.2 Konečná hodnota

Pro prodávajícího a kupujícího bude v rozhodovacím procesu zásadní znát celkovou hodnotu technologie za celý její životní cyklus. Na základě podkladů vytvoříme přehled predikovaných volných finančních toků v jednotlivých letech po určitou dobu. Tato doba je závislá na míře růstu vycházející z provozních příjmů (EBITDA) v jednotlivých letech až do doby, kdy se růst ustálí na nějaké rozumné hodnotě například pěti procent. Ustálený růst nám indikuje stav, kdy se sečtou diskontované peněžní toky všech předešlých let, čímž získáme současnou hodnotu technologie. Předpokládejme však, že technologie nedosáhla konce své životnosti a v následujících letech bude při stabilním růstu generovat další čisté peněžní toky. Zde přichází ke slovu několik oceňovacích metod.¹⁰

2.2.1 Oceňovací metoda na bázi perpetuity

Perpetuita je cenný papír, který vyplácí pevnou sumu jednou provždy při nulovém růstu. Její hodnota se vypočítá podle následujícího vzorce:

$$\text{hodnota perpetuity} = \text{roční platby} / \text{cena peněz.} \quad (5)$$

Tato hodnota je násobkem volného finančního toku v posledním sledovaném roce a vyjadřuje, jak by byl příjem jedné koruny při nulovém růstu jednou provždy oceněn.

⁸ Tamtéž, s. 136-137.

⁹ BOER, P.; The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, p. 126

¹⁰ Tamtéž, s. 139.

Součet této hodnoty a diskontovaných toků za předešlá léta udává konečnou hodnotu směrodatnou pro prodávajícího a kupujícího za předpokladu nulového růstu podniku.¹¹

2.2.2 Oceňovací metoda růstu ve vzdálené budoucnosti

Tato metoda poskytuje jednoduchý a přesný výsledek za předpokladu ročního finančního toku v závěrečném roce, diskontní sazby a míry růstu do vzdálené budoucnosti. Oproti perpetuitě je zde uvažován ustálený růst. Tuto metodu lze však použít pouze v případě, že je diskontní sazba pouze o několik procent vyšší, než růst. Tím se dosáhne konvergence časové řady, která ukazuje hodnotu násobku pro hodnotu růstu při diskontní sazbě. Jednotlivé hodnoty tabulky se vypočtou dle následujícího vzorce:

$$X / (1-X), \quad (6)$$

kde

$$X = (1 + g) / (1+M). \quad (7)$$

Proměnná g představuje míru růstu v absolutní hodnotě a M diskontní sazbu. Tímto způsobem se připraví konvergenční tabulka obsahující násobky pro konkrétní vztahy růstu a diskontní sazby v rámci konvergence. V tabulce č. 2 jsou tyto hodnoty podle uvedeného vzorce vypočítány. Tento násobek se poté použije pro stanovení konečné hodnoty zcela analogicky jako tomu je u metody na bázi perpetuity.¹²

Tabulka 2.1 - Násobky konečné hodnoty

růst					cena peněz										
g	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15
0,00	100,00	50,00	33,33	25,00	20,00	16,67	14,29	12,50	11,11	10,00	9,09	8,33	7,69	7,14	6,67
0,01		101,00	50,50	33,67	25,25	20,20	16,83	14,43	12,63	11,22	10,10	9,18	8,42	7,77	7,21
0,02			102,00	51,00	34,00	25,50	20,40	17,00	14,57	12,75	11,33	10,20	9,27	8,50	7,85
0,03				103,00	51,50	34,33	25,75	20,60	17,17	14,71	12,88	11,44	10,30	9,36	8,58
0,04					104,00	52,00	34,67	26,00	20,80	17,33	14,86	13,00	11,56	10,40	9,45
0,05						105,00	52,50	35,00	26,25	21,00	17,50	15,00	13,13	11,67	10,50
0,06							106,00	53,00	35,33	26,50	21,20	17,67	15,14	13,25	11,78
0,07								107,00	53,50	35,67	26,75	21,40	17,83	15,29	13,38
0,08									108,00	54,00	36,00	27,00	21,60	18,00	15,43
0,09										109,00	54,50	36,33	27,25	21,80	18,17

¹¹ Tamtéž, s. 141.

¹² BOER, P.; The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, p. 141-143.

0,10											110,00	55,00	36,67	27,50	22,00
0,11												111,00	55,50	37,00	27,75
0,12													112,00	56,00	37,33
0,13														113,00	56,50
0,14															114,00

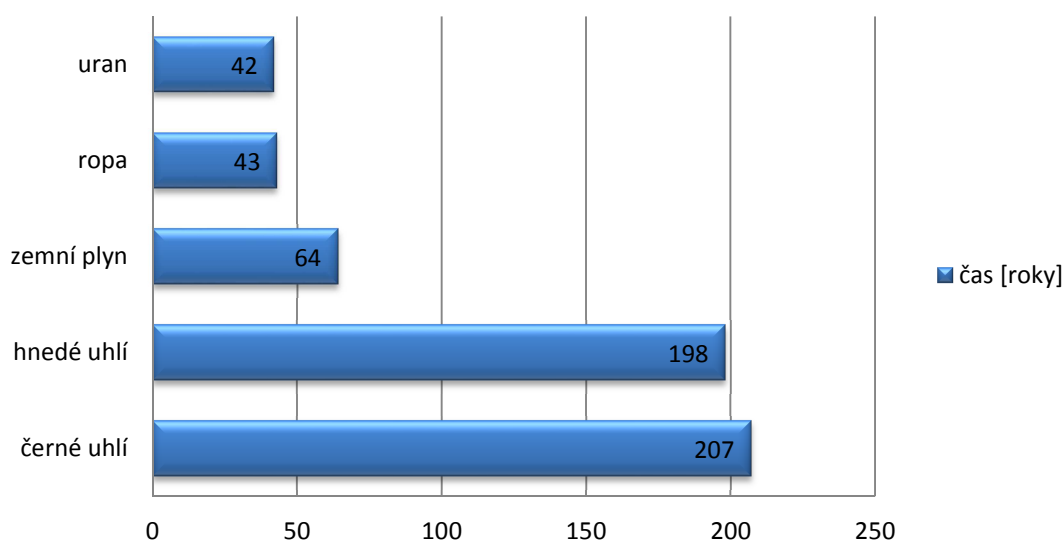
Zdroj: vlastní zpracování

2.2.3 Shrnutí

Pro oceňování technologie těmito metodami je vhodné provádět extrapolaci na delší období, jelikož veškeré dnes komerčně úspěšné technologie, které v prvních letech generovaly záporné finanční toky, navíc zatížené celkem velkou diskontní sazbou, byly vyvinuty v mnohem delším časovém horizontu, než se staly rentabilními a je spíše vhodné sledovat u podniků míru jejich růstu v počátcích než hodnotu finančních toků, která, jak už bylo řečeno, je zpravidla v rané fázi záporná.

3 Obnovitelné zdroje energií

Jak sám název napovídá, tyto zdroje energie mají proti fosilním palivům (ropa, zemní plyn, rašelina, hnědé a černé uhlí) podstatnou výhodu právě ve své obnovitelnosti. O tomto faktu by šlo uvažovat jako následující situaci. Množství fosilních paliv, která jsou po miliony let v zemi ukládanou a přeměněnou sluneční energií, lze označit za stavovou veličinu. Naproti tomu množství obnovitelných zdrojů energie lze chápat jako tokovou veličinu. Onu myšlenku reprezentuje následující příklad. Jestliže vodní elektrárna využívá síly vodního toku, řeka jen díky tomuto faktu nepřestane téct, ale bude téct do doby, dokud bude slunce vodu odpařovat a v podobě dešťových srážek opět vodu do řeky doplňovat. Vzniká koloběh, uzavřený okruh. Naproti tomu energie vzniklá spálením fosilních paliv jejich množství snižuje, čili se neobnovuje. Jejich vytěžení je jen otázkou času, kterou zobrazuje následující obrázek.



Obrázek 3.1 – Zůstatek energetických zásob při současném tempu těžby (Quaschnig, Grada, 2010, s. 30)

Z obrázku je patrné, že při současné spotřebě nejsou vzhledem k závislosti na těchto zdrojích, vyhlídky nijak příznivé. Tento stav navíc nepostihuje každoročně narůstající spotřebu energie, díky čemuž se doba výrazně zkrátí a změní se i struktura závislosti v případě, že dojde hlavní energetický zdroj, kterým je ropa. Ve výsledku je při současné

skepsi týkající se OZE lidská populace předurčena k návratu k využití hnědého a černého uhlí.

3.1 Politická situace

Hartmanová uvádí: „Zákon o podporovaných zdrojích energie (dále jen ZPZE) je koncipován jako nová komplexní úprava oblasti obnovitelných zdrojů energie, která má zcela nahradit zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby by elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Zatím nebyl schválen Senátem ČR. V případě, že bude schválen v jeho poslední podobě, fakticky to bude znamenat, že se systém dosavadní podpory výroby obnovitelné energie v ČR zcela opouští.“¹³

Neznamená to však konec podpory, jako takové, ale pouze její výraznou degradaci a ztížení podmínek pro plánování investičních projektů a jejich oceňování na bázi generování finančních toků.

Hartmanová dále uvádí: „Cílem ZPZE by mělo být v co možná nejvyšší míře zprůhlednění systému podpory výroby energie z obnovitelných zdrojů a naprosto přesné definování nástrojů, které povedou k jeho prosazení a které vytvoří transparentní prostředí pro investory, kteří tak budou schopni komplexně zanalyzovat veškerá finanční rizika projektu. Schválené znění ZPZE bohužel vytváří přesně opačné podmínky, tj. snižuje tolik potřebnou stabilitu a průhlednost celého systému podpory a tím i právní jistotu všech stávajících i potenciálních investorů.“¹⁴

3.1.1 Národní akční plán

V Národním akčním plánu (dále je NAP) se uvádí: „Forma a struktura předloženého národního akčního plánu ČR pro energii z OZE je závazně daná Rozhodnutím Komise 2009/548/ES ze dne 30. června 2009, kterým se stanoví vzor pro národní akční plány pro energii z obnovitelných zdrojů podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES. Závaznost dané formy dokumentu je provedena z důvodu vzájemné porovnatelnosti akčních plánů a navržených hodnot mezi jednotlivými členskými státy pro energii z obnovitelných zdrojů. Zpracovaný Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných (dále

¹³ HARTMANOVÁ, H. Zákon o podporovaných zdrojích energie – degradace podpory OZE. *Alternativní energie*. Praha: CMCE, 2011, roč. 14, č. 6, s. 4-7. ISSN 1212-1673

¹⁴ Tamtéž

jen akční plán) zdrojů navrhuje cíl podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie ve výši 13,5 % a splnění cíle podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě v dopravě ve výši 10,8 %. Navržený akční plán je sestaven tak, aby naplnil požadované cíle v oblasti využívání energie z obnovitelných zdrojů a to na základě současných a připravovaných reálných projektů a na očekávané reálné predikci budoucího vývoje dané statistickým sledováním trendů s případným zohledněním dotační politiky. V případě fotovoltaických systémů a větrných elektráren je dále požadavek připravovaných projektů konfrontován s bezpečností a spolehlivostí elektrizační soustavy. Akční plán tedy není postaven na možných nebo teoretických potenciálech jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů.“¹⁵

Hartmanová k tomu uvádí: „NAP v případě přijetí ZPZE představuje zásadní riziko pro všechny nové projekty (i nyní připravované), neboť bude jen velmi obtížně předvídatelné, zda pro zvolený druh obnovitelného zdroje bude v příslušném roce volná kapacita dle NAP, aniž by investor tuto sil jakkoliv ovlivnit anebo alespoň spolehlivě předpokládat. V případě projektů, které se realizují několik let (např. příprava a výstavba VTE), pak tato nejistota zřejmě povede k naprostému ukončení jakékoli snahy realizovat jakýkoli projekt.“¹⁶

Z výše uvedené rešerše lze snadno vycítit utlumení podpory na výrobu elektrické energie z OZE. Jakkoli je současný stav nepříznivý, v práci přesto není toto politické klima uvažováno. V případě naplnění obav z přijetí ZPZE lze předpokládat, že se budoucí investiční projekty omezí pouze na úsporu tepla na vytápění a přípravu TV v autonomním provozu.

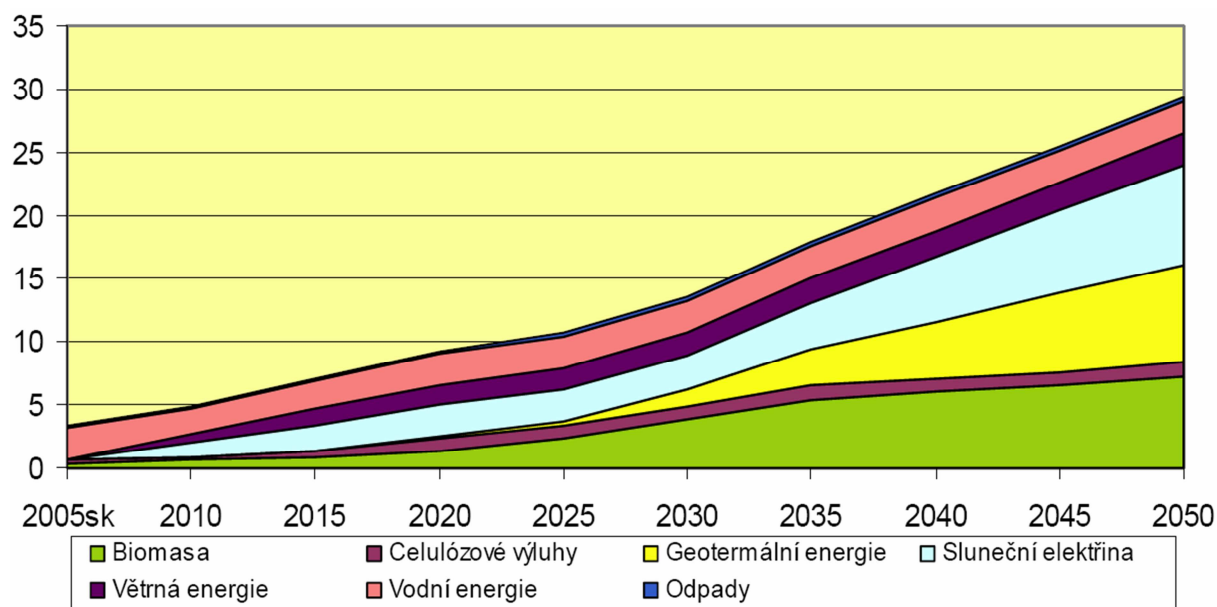
3.1.2 Státní energetická koncepce

Státní energetická koncepce je dokumentem, který by měl stanovit vývoj tuzemské energetiky do roku 2050. Obnovitelné zdroje energie (dále jen OZE) a tedy i technologie na jejich využití však nemají v ČR ne různých ustláno. Důvodem jsou významné zásoby fosilních paliv a uranu, jejichž těžba a distribuce je relativně levnější a zajišťuje ČR energetickou autonomii, díky níž odpadá drahý dovoz energie ze zahraničí. Teplárenský

¹⁵ Národní akční plán, dostupné z: http://www.biomass.cz/data_1/soubory/1.pdf

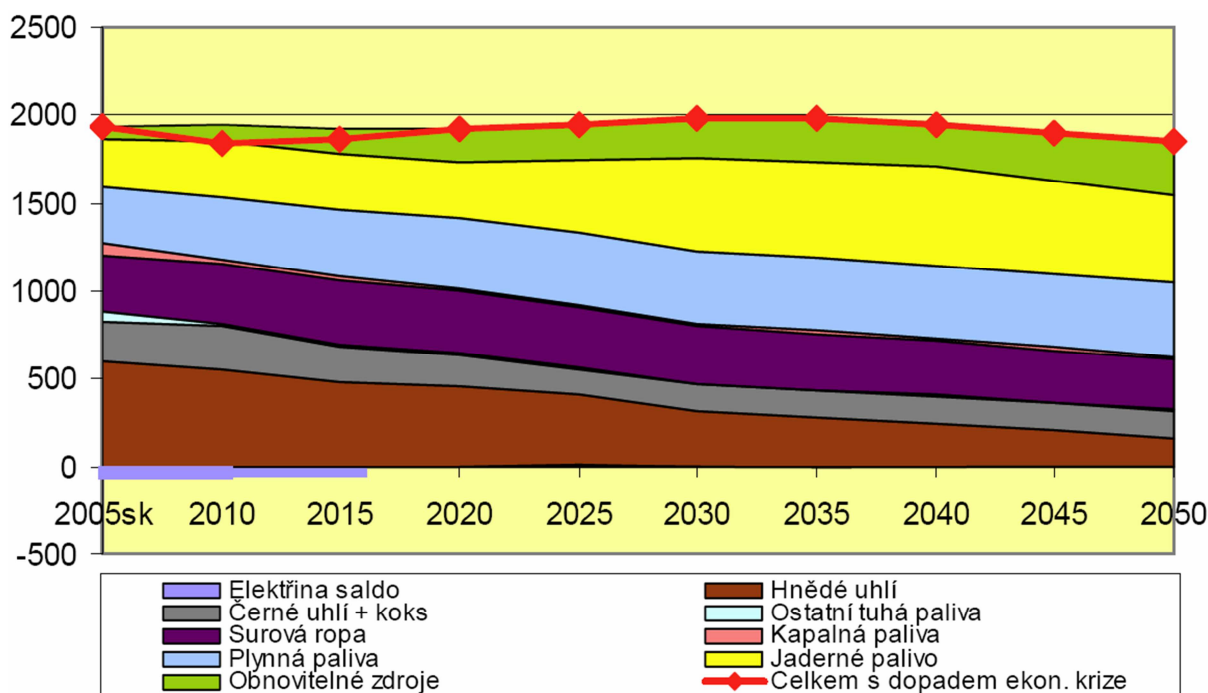
¹⁶ HARTMANOVÁ, H. Zákon o podporovaných zdrojích energie – degradace podpory OZE. *Alternativní energie*. Praha: CMCE, 2011, roč. 14, č. 6, s. 4-7. ISSN 1212-1673

průmysl navíc bude i nadále zastoupen využitím hnědého uhlí. Díky tomuto faktu je tudíž ČR přímo předurčena k tomu, nehledat jiné alternativy produkce energie s takovou razancí a vytrvalostí, jako jiné země, které byly těmito nerostnými surovinami požehnány méně nebo vůbec. Skutečnost, že se nejedná o „čistou“ energii nepoškozující životní prostředí, ve kterém občané žijí, je z ekonomického hlediska podružný, jelikož hlavním cílem je zajištění energetické bezpečnosti a stálosti. Právě proto je také hlavní strategickou prioritou, ze které vychází Státní energetická koncepce, plně pokrýt předpokládanou spotřebu elektřiny její tuzemskou výrobou, představující v první řadě využití velmi významné zásoby uranové rudy, jejímž prostřednictvím je díky jadernému programu pokryto více než 90% veškeré vyrobené elektřiny. I když má výroba energie v podobě OZE, jak zobrazuje následující obrázek, vzestupnou tendenci, vzhledem k tomu, že prvky elektrizační soustavy nejsou dostatečně dimenzovány na tak velké přírůstky instalovaného výkonu elektřiny při současném využití nerostných surovin, nedá se v dlouhodobém horizontu předpokládat významná změna podílu ve struktuře produkce elektrické energie. Značný podíl na zvyšujícím se využití OZE má biomasa, se kterou je počítáno pro výrobu tepla, díky čemuž by se mělo v budoucnu upustit od spalování hnědého uhlí. Podle ASEK by však bylo pro nahrazení tohoto nerostu potřeba přibližně jedenáctkrát víc produkce biomasy, než je produkováno v současnosti.



Obrázek 3.2 - Výroba elektřiny z OZE a druhotných zdrojů energie (ASEK, MPO, 2010, s. 84)

Tento závěr je podpořen i navzdory faktu, že se v dlouhodobém časovém horizontu, jak ukazuje následující obrázek, předpokládá postupný pokles využití fosilních paliv v podobě hnědého a černého uhlí právě z důvodu větší ekonomické výhodnosti, kterou současný stav reprezentuje.



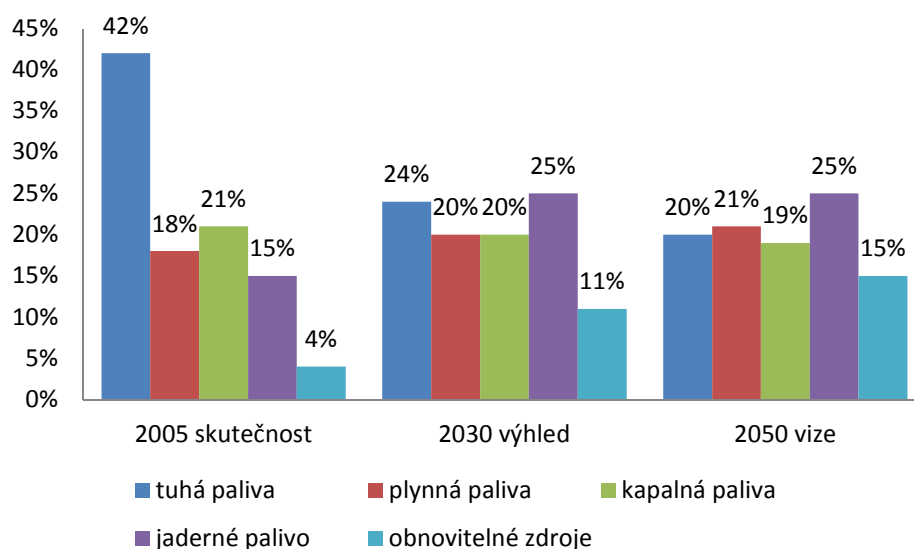
Obrázek 3.3 - Tuzemská spotřeba PEZ (ASEK, MPO, 2010, s. 79)

V samotné koncepci je uvedeno: „Základem scénáře je maximální finančně a ekonomicky průchodný rozvoj obnovitelných zdrojů v minimálním rozsahu splňujícím mezinárodní závazky ČR.“¹⁷ Je tedy jasné, že ČR nemá významnější zájem na rozvoji OZE, než k jakému se v mezinárodním měřítku zavázala. V závislosti na této skutečnosti a za současného působení politické lobby a budoucího rozvoje jaderné energetiky je trend dalšího počínání v této oblasti pouze okrajovým.

Vzhledem k tomu, že se stát hodlá na investicích do OZE v budoucím 40 letém mezidobí podílet podle aktualizace SEK pouze z 10%, vytvoření vhodných podmínek pro soukromý sektor je zásadní podmínkou pro jeho motivaci se tímto směrem ubírat.

¹⁷ Aktualizace státní energetické koncepce [online], Praha: MPO, 2010. dostupné z: <http://www.mpo.cz/kalendar/download/71707/priloha002.pdf>

Jak ukazuje obrázek, aktualizace SEK počítá s obnovitelnými zdroji energie ve struktuře energetického mixu ČR pouze okrajově. Hlavním etanolem by podle budoucího výhledu mělo být využití jaderné energie. Důvodem je využití velmi významných zásob uranové rudy, která by jako palivo pro jaderné elektrárny posloužila k nižší závislosti na dovozu elektřiny.



Obrázek 3.4 - Skladba energetického mixu do roku 2050 (ASEK, MPO, 2010, s. 91)

Jiná situace nastává v případě mixu pro výrobu elektrické energie. Na obrázku lze zpozorovat, že v budoucím výhledu by se měly OZE na celkové struktuře výroby elektrické energie podílet celými 30%. Zde je již patrná značná snaha státu změnit strukturu výroby elektřiny směrem k lepšímu právě vytěsněním podílu hnědého uhlí. Co se teplárenství týče, do budoucna by mělo teplo být produkováno spalováním biomasy.

4 Vybrané energeticky úsporné technologie

V následujících podkapitolách bude věnován prostor vybraným technologiím, které mají svým charakterem potenciál s ohledem na klimatické podmínky komerční potenciál.

4.1 Elektronický předřadník osvětlení

Elektronický předřadník (také vysokofrekvenční předřadník) je kompaktní elektronický přístroj, který zářivku rozsvěcí a po rozsvícení napájí střídavým proudem o frekvenci 30 až 50 kHz. Elektronický předřadník nahrazuje soubor konvenčních přístrojů: tlumivku, startér, kompenzační kondenzátor.¹⁸

4.1.1 Princip

Elektronický předřadník (dále jen EP) může být součástí světelného zdroje nebo svítidla. EP jako součást světelného zdroje je součástí kompaktních zářivek (úsporných žárovek), určených jako přímá náhrada klasických žárovek. Elektronika předřadníku je umístěna uvnitř plastového krytu, na který je nasazena běžná žárovková patice s Edisonovým závitem. Do stejného krytu jsou upevněny i zářivkové trubice, takže celek je možné bez dalších úprav našroubovat do svítidla určeného pro klasickou žárovku. EP je součástí světelného zdroje, není vyměnitelný. EP jako součást svítidla přímo nahrazuje konvenční předřadné přístroje ve svítidlech určených pro lineární i jednopaticové zářivky. Je to samostatný, vyměnitelný díl. Svítidla pro starší řadu zářivek T8 jsou často konstruována tak, že stejný korpus (monturu) svítidla lze osadit jak konvenčním, tak elektronickým předřadníkem. Modernější typy zářivek T5, ale i kruhové zářivky a od nich odvozené typy (tzv. motýl) už jsou konstruovány přímo pro provoz s elektronickým předřadníkem. Elektronické předřadníky umožňují i další komfortní funkce, jako je stmívání. Analogově stmívatelné předřadníky jsou ovládány malým stejnosměrným napětím 0-10V (1-10V), které je přivedeno ze stmívače samostatným vedením. Zapnutí a vypnutí zářivky se musí zajistit spínačem, který je součástí stmívače. Stmívač pro zářivky se montuje na místo běžného vypínače. Na rozdíl od žárovkového osvětlení není možné jednoduše nahradit

¹⁸ Elektrický předřadník. In *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 8. 7. 2011 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronický_předřadník.

vypínač stmívačem, právě pro potřebu samostatného ovládacího vedení. Jeden stmívač může ovládat několik předřadníků.¹⁹

Digitálně stmívatelné předřadníky jsou ovládány některým ze systémů sběrnicevého ovládání opět samostatným vedením. Běžně se využívá pro ovládání protokol DALI, kterým lze adresně ovládat, především zapínat a stmívat, velký počet svítidel. Často jsou digitálně stmívatelné předřadníky vybaveny funkcí Switch-dimm. Ta umožňuje ovládat předřadníky obyčejným tlačítkem. Předřadník ve svítidle je připojen na silové napájení a přes tlačítko je k němu přivedena ovládací fáze. Krátkým stiskem tlačítka se svítidlo zapne/vypne, přidržením se stmívá. Předřadník je vybaven pamětí, takže po vypnutí a opětovném rozsvícení se nastaví na stejnou hodnotu. Výhodou tohoto systému je možnost ovládat svítidlo větším počtem paralelně zapojených tlačítek z více míst a využít tlačítka jakéhokoli výrobce. Není třeba se vázat na to, zda existují stmívače ve stejném designu, jako jsou ostatní použité vypínače. Elektronický předřadník kombinovaný s měničem pro nouzové osvětlení je přístroj, který v jednom montážním celku obsahuje jak elektronický předřadník, tak měnič pro dobíjení akumulátoru a střídač pro napájení zářivek z akumulátoru.²⁰

4.1.2 Efektivita

Účinník zářivky napájené z EP je blízký jedné. Není potřeba žádné kompenzační zařízení.

4.1.3 Ekonomika

Vlastní spotřeba EP je asi třetinová oproti sestavě tlumivka-startér-kondenzátor. O ekonomické výhodnosti bude dále pojednáno na konkrétním případě v praktické části.

4.2 Tepelná izolace objektů

Tepelný izolant je látka, která špatně vede teplo, čili má nízkou tepelnou vodivost. Veličina, která umožňuje porovnání látek podle tepelné vodivosti, se nazývá součinitel tepelné vodivosti. Tepelné izolanty mají nízký součinitel tepelné vodivosti. Izolace stěn, podkroví a podlah stavby zabraňuje tepelným ztrátám v zimním období (a také nárůstu

¹⁹ Tamtéž

²⁰ Elektrický předřadník. In *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 8. 7. 2011 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronický_předřadník.

tepla v letním období). Protože dochází ke snížení spotřeby energie za vytápění, vede to k nižším účtům za vytápění, nižšímu opotřebením kotle, dochází ke snížení emisí CO₂ z elektrárny, snižuje se riziko globálního oteplování a klimatických změn.²¹

4.2.1 Princip

Volbu způsobu tepelné izolace je nutné podřídit dispozicím budovy, ze kterých se následně vychází. Tepelné ztráty obvodovými stěnami jsou tím významnější, čím je stavba menší a členitější (čím větší je poměr jeho povrchu k objemu). Užitná hodnota stavby (obytný prostor) souvisí s jeho objemem. Ten roste přibližně s třetí mocninou rozměru. Tepelné ztráty závisí na ploše stěn a ta roste jen s druhou mocninou rozměru. U hotového domu již plocha stěn ovlivnit nelze a nezbyvá tedy, než docílit snížení součinitele prostupu tepla obvodových stěn přidáním dodatečné tepelné izolace. Předtím je třeba posoudit současný stav obvodových stěn a velikost tepelných ztrát těmito stěnami a zvážit jaké možnosti izolace přichází v úvahu, jaké je jejich cena a jakých úspor a doby návratnosti lze docílit.²²

Podle umístění tepelné - izolační vrstvy se tato technologie dělí na tepelnou izolaci z vnější strany stávající stěny a z vnitřní strany.

Izolace z vnější strany má četné výhody a lze jej doporučit ve většině případů. Tloušťka tepelné - izolační vrstvy může být optimální, můžeme zabránit vzniku tepelných mostů, vlastní práce nezasahuje příliš do života obyvatel domu a řeší současně renovaci fasády. Tím, že celá hmota stěn je umístěna v izolační obálce, dojde k výraznému zvýšení využitelné tepelné kapacity domu, což omezí pokles teploty v místnostech při přestávce ve vytápění, a také umožní lépe využít pasivních solárních zisků, pokud má dům větší jižní okna. Výrazně se také sníží přehřívání místností v období letních veder.²³

Tepelná izolace z vnitřní strany s sebou nese některé zásadní problémy. Tím, že tepelná izolace zamezí úniku tepla skrz stěny, dojde k výraznému poklesu jejich teploty. V místech kde tepelná izolace končí (výklenky oken, podlahy a stropy, vnitřní příčky) dochází na silně prochlazených místech k výrazné kondenzaci vodní páry a řadě následných problémů

²¹ Tepelná izolace. In *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 12. 10. 2011 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Tepelná_izolace.

²² Hestia [počítačový program na CD]. 5.0 VIVID. Praha (ČR): MPO, 2008.1 CD; 700 MB. Program pro Windows.

²³ Tamtéž

(vznik plísní, hniloba dřeva, narušování materiálu stěny mrznutím vody). Také pochopitelně dojde k silnému poklesu tepelné kapacity místnosti. Obecně lze říci, že pokud je to možné, je lépe se tepelné izolaci zevnitř raději vyhnout. Jsou případy, kdy je to jediná možnost, jak snížit tepelné ztráty stěnami (např. u historických budov s památkově chráněnými fasádami); pokud je nutné dodatečnou tepelnou izolaci zevnitř realizovat, je velice důležité optimalizovat tloušťku izolace a správně navrhnout a provést parotěsnou zábranu a detaily ukončení izolace kolem oken, podlah apod.²⁴

Podle způsobu přichycení izolace na stěnu jsou známy následující postupy:

Kontaktní systémy

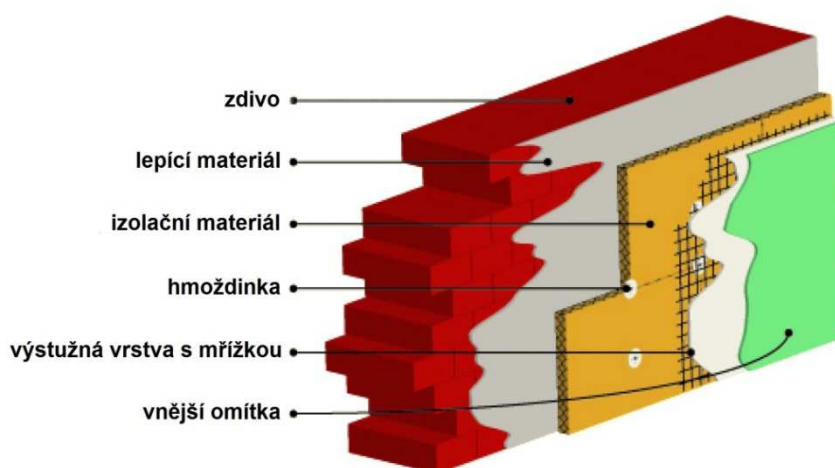
Zde je vrstva tepelné izolace nalepena na stěnu. Z vrchní strany je izolace opatřena klasickou fasádní barvou. Výhodou kontaktního systému je především to, že je téměř nerozeznatelný od původní fasády (přítomnost izolace je možné poznat poklepem). Také umožňuje docílit maximálního efektu při minimální tloušťce izolačního souvrství.

Jeho nevýhodou je malá propustnost pro vodní páru, a tudíž možnost kondenzace vlhkosti ve stěně. Pro předejití případných problémů s kondenzací vodní páry ve stěnách je vhodnější užití minerální tenkovrstvé omítky, i když jsou dražší, které jsou podstatně difúzně propustnější.²⁵

Následující obrázek zachycuje postup tepelné izolace kontaktním systémem. Tento způsob tepelné izolace bude využit pro zateplení objektů v praktické části této práce.

²⁴ Hestia [počítačový program na CD]. 5.0 VIVID. Praha (ČR): MPO, 2008.1 CD; 700 MB. Program pro Windows

²⁵ Tamtéž



Obrázek 4.1 - Kontaktní zateplovací systém

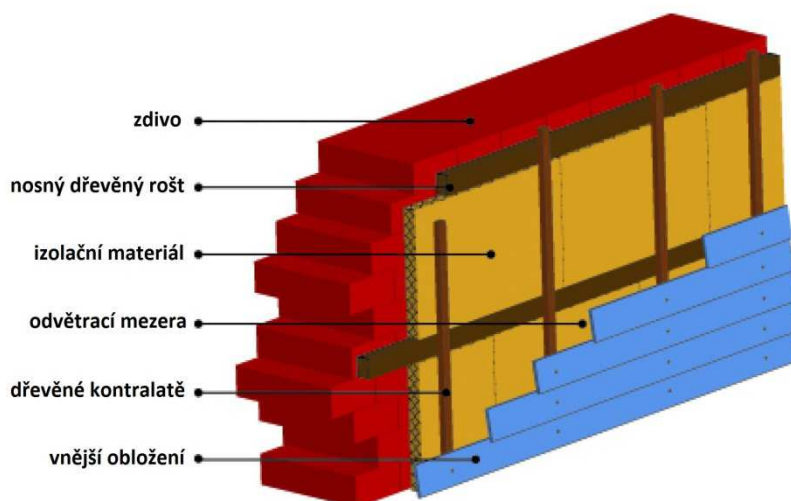
(<http://istavitel.cz/download.php?FNAME=1240332344.upl&ANAME=Kontaktn%C3%AD+izolace+2000x1113.jpg>)

V případě záměru zateplit i jen mírně vlhké zdivo (při špatné hydroizolaci), je nutno použít systém odvětrané fasády.

Odvětrané fasády

Izolace je vložená do roštu upevněného na stěnu a zakrytá vhodnými krycími deskami. Mezi krycí deskou a izolací je odvětraný prostor (platí jen u izolací z vnější strany). Tím, že izolace je vložena do roštu je možné použít i poměrně měkkých a vysoce prodyšných desek minerální vlny. Tím, že mezi vatou a krycími deskami je odvětraná mezera, není odchod vodní páry ze stěny prakticky nijak omezen. Naopak díky tomu, že tepelná izolace zvýší teplotu ve stěně a tím i parciální tlak vodní páry (na tom závisí jak moc se "snaží" vodní pára uniknout ze stěny), dojde ke snížení vlhkosti oproti stavu před zateplením. Vzduchová mezera zároveň snižuje tepelnou zátěž v letních měsících.²⁶

²⁶ Hestia [počítačový program na CD]. 5.0 VIVID. Praha (ČR): MPO, 2008.1 CD; 700 MB. Program pro Windows



Obrázek 4.2 - Odvětraný zateplovací systém

(<http://istavitel.cz/download.php?FNAME=1240332645.upl&ANAME=Odv%C4%9Btr%C3%A1van%C3%A1+izolace+2000x1190.jpg>)

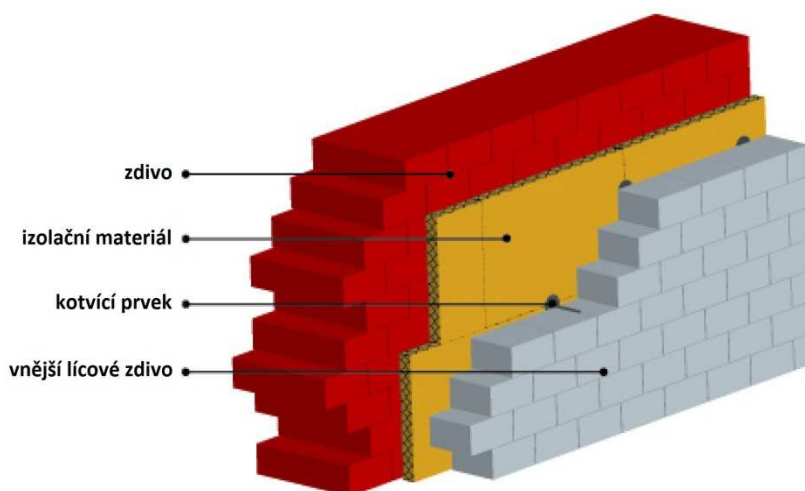
Další výhodou tohoto systému je to, že se provádí suchou montáží bez závislosti na počasí a ročním období a umožňuje lépe postupnou práci svépomocí. Značnou nevýhodou je vyšší cena než u kontaktních systémů, obtížnější řešení detailů a v některých případech je náročnější na údržbu.²⁷

Izolační přízdívka (sendvičová stěna)

Izolace je zpravidla umístěna z vnější strany nosné (původní) stěny a je zakryta tenkou přízděnou stěnou, která zajišťuje její ochranu a určuje vnější vzhled. Tento způsob je jediný možný tam, kde je zapotřebí přidat velmi silnou vrstvu tepelné izolace (cca 10 až 24 cm). Základní nevýhodou je nutnost přistavění, resp. rozšíření základů.²⁸

²⁷ Hestia [počítačový program na CD]. 5.0 VIVID. Praha (ČR): MPO, 2008.1 CD; 700 MB. Program pro Windows

²⁸ Tamtéž



Obrázek 4.3 - Sendvičový zateplovací systém

(<http://istavitel.cz/download.php?FNAME=1240332739.upl&ANAME=Sendvi%C4%8Dov%C3%A11+izolace+2000x1151.jpg>)

Materiály pro tepelné izolace stěn

Pěnový polystyrén

Dnes nejčastěji používaným materiálem pro kontaktní (lepené) izolace je pěnový polystyrén. Hlavní důvod jeho obliby spočívá v dobrých mechanických a tepelných vlastnostech, příznivé ceně a snadném použití. Jeho nevýhodou je velký difúzní odpor pro vodní páru a hořlavost.

Pro izolace se používají dva základní druhy pěnového polystyrénu:

Expandovaný polystyren

Expandovaný polystyren se vyrábí z drobných kuliček (granulí) mírně napěněného polystyrénu, které se nasypou do forem ve tvaru kvádrů a jsou působením vodní páry zahřáty na teplotu mezi 110°C a 120°C. Granule působením této teploty dále vypěňují, změkknou a spojují se do víceméně homogenního bloku (je ale možno rozeznat jednotlivé kuličky). Potom jsou rozřezány horkým drátem na desky.²⁹

Extrudovaný polystyren

²⁹ Hestia [počítačový program na CD]. 5.0 VIVID. Praha (ČR): MPO, 2008.1 CD; 700 MB. Program pro Windows

Extrudovaný polystyren se vyrábí vytlačováním horkého polystyrénu s přídavkem nadouvadla a výsledkem je homogenní struktura s malými a zcela uzavřenými bublinkami. Díky tomu je extrudovaný polystyrén zcela nenasákavý a je možné jej používat i v místech s trvalou vlhkostí (izolace stěn pod úrovní terénu). Součinitel tepelné vodivosti je mírně lepší než u polystyrénu expandovaného, cena je znatelně vyšší.³⁰

Minerální vlna a skelná vlákna

Vyrábí se z taveného čediče a používá se ve formě desek pojených organickým pojivem nebo ve formě volné vlny či vlny přichycené na papír. Dnes existuje celá řada druhů s různými mechanickými vlastnostmi pro různé použití. Desky z minerálních vláken se používají nejčastěji v odvětraných fasádách nebo i pro kontaktní systémy tam, kde je požadována nehořlavost (výškové budovy) nebo kde je vyžadován malý difúzní odpor, nebo je třeba izolovat válcovou stěnu. Skelná vlákna jsou vlastnostmi a použitím velmi podobná minerální vatě.³¹

Celulózová izolace

Vyrábí se rozvlákněním sběrového papíru (noviny časopisy), s přidáním boritých solí, které zaručují potřebné vlastnosti (stavební i tepelně - izolační). Dodává se v pytlích, ale aplikaci mohou provádět pouze certifikované firmy vybavené potřebnou technikou.³²

Suchý způsob aplikace

Suchý materiál (vypadá jako ovčí vlna) se "zafouká" do konstrukcí čímž se stoprocentně vyplní dutiny a sníží se tak výrazně součinitel prostupu tepla. Objemová hmotnost takto aplikované hmoty činí 27 - 40 kg/m³ při volném foukání a 35 - 65 kg/m³ při vyplňování dutin (platí i pro svislé či šikmé stěny, příčky apod.). Tímto způsobem lze zateplovat také dvouplášťové střechy bez demontáže vrchní konstrukce.³³

Mokrý způsob aplikace

³⁰ Tamtéž

³¹ Tamtéž

³² Hestia [počítačový program na CD]. 5.0 VIVID. Praha (ČR): MPO, 2008.1 CD; 700 MB. Program pro Windows

³³ Tamtéž

Suchý materiál (např. Climatizer Plus) se ve stříkacím zařízení smíchá s pojivem a vytvoří vlhkou přilnavou směs, která se dále stříká na konstrukci. Tyto nástřiky se používají jako izolant pro odvětrávané fasády (zakryté lamelami z PVC), dále pro akustické izolace a protikondenzační nástřiky (obvykle ocelových konstrukcí). Objemová hmotnost takto aplikované hmoty činí 50 - 90 kg/m³.³⁴

Tmely a tenkovrstvé omítky

Slouží v kontaktních systémech k lepení desek na stěnu, k přilepení výztužné síťoviny a k vytvoření pevné povrchové úpravy. Dnes se nejčastěji používá kombinace vodného roztoku akrylátové disperze, cementu a dalších přísad.³⁵

Výztužná síťovina

Úkolem výztužné síťoviny je zabránit praskání tenkovrstvé omítky v místech mezer mezi deskami. Používá se zpravidla síťovina ze skleněných vláken ze skloviny odolné proti působení alkalického prostředí.³⁶

Dnes se všeobecně doporučuje používat certifikované zateplovací systémy, které se dodávají a používají jako celek. Firma, která takovýto certifikovaný zateplovací systém instaluje, je výrobcem systému proškolená a má o tom také příslušný certifikát. Tímto způsobem lze zajistit dosažení dobré kvality a trvanlivosti izolace. Vlastní technologický postup je poměrně složitý, zájemci se s podrobnostmi mohou seznámit na webových stránkách dodavatelů takovýchto systémů.³⁷

4.2.2 Efektivita

Hovořit v tomto případě o efektivitě je problematické, vzhledem k tomu, že technologie nevykonává práci. Jako měřítko účinnosti by však mohl posloužit fakt, že tepelná izolace při správné dimenzi zateplovacího systému může uspořit až 80 % nákladů na vytápění, což je v době neustálého růstu cen energií velmi pozitivní.

³⁴ Tamtéž

³⁵ Tamtéž

³⁶ Tamtéž

³⁷ Hestia [počítačový program na CD]. 5.0 VIVID. Praha (ČR): MPO, 2008.1 CD; 700 MB. Program pro Windows

4.2.3 Ekonomika

Aby zateplení mohlo úsporu za energie reprezentovat v takové míře, která byla uvedena v předcházející podkapitole, je nutné ji provést v požadované míře a kvalitě. Je třeba dodržet zásadní opatření ve výběru materiálu a způsobu zateplení. Zodpovědné a ekonomické je uvažovat o tloušťce izolace minimálně 10 cm. S výhledem na budoucích deset až patnáct let se jako vhodná jeví izolace o síle patnáct až dvacet centimetrů. I když je zateplení finančně náročné, není pochyb o tom, že jde o dobrou investici, která se vyplatí. Průměrná doba návratnosti investice se pohybuje v rozmezí 7 až 15 let.³⁸

4.3 Fotovoltaika

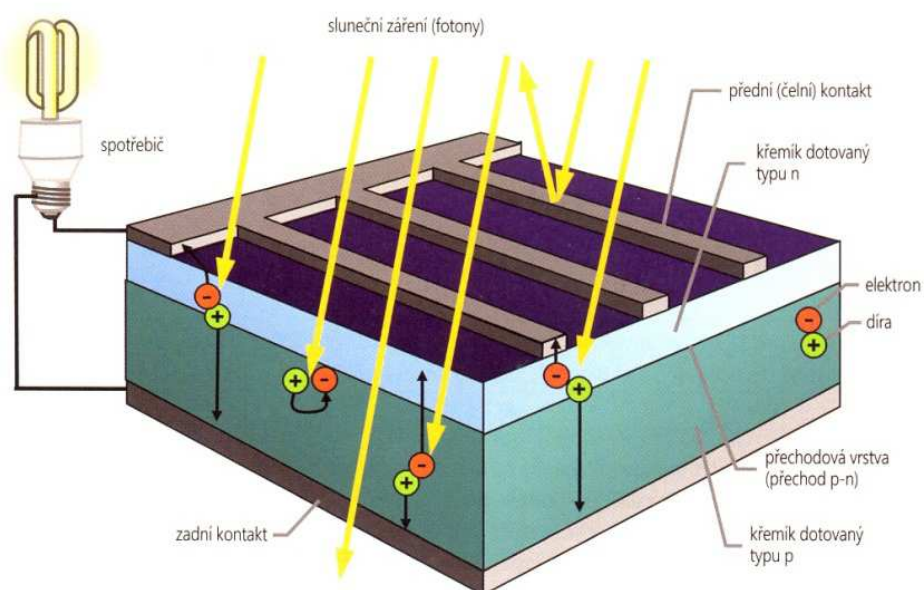
Fotovoltaika (dále jen FV) je metoda přímé přeměny slunečního záření na elektřinu (stejnoseměrný proud) s využitím fotoelektrického jevu na velkoplošných polovodičových fotodiodách. Jednotlivé diody se nazývají FV články a jsou obvykle spojovány do větších celků - FV panelů. Samotné články jsou dvojího typu - krystalické nebo tenkovrstvé. Krystalické články jsou vytvořeny na tenkých deskách polovodičového materiálu, tenkovrstvé články jsou přímo nanášeny na sklo nebo jinou podložku. V krystalických technologiích převažuje křemík, a to monokrystalický nebo multikrystalický, jiné materiály jsou používány pouze ve speciálních aplikacích. Tenkovrstvých technologií je celá řada, například amorfnní křemík a mikrokřemík, jejichž kombinace se nazývá tandem, dále telurid kadmia a CIGS sloučeniny. Díky rostoucímu zájmu o obnovitelné zdroje energie se výroba FV panelů a systémů v poslední době značně zdokonalila.³⁹

4.3.1 Princip

Aby bylo dosaženo cílového efektu produkce využitelného elektrického napětí, je k tomuto procesu zapotřebí materiálu, který při dopadu světla na jeho povrch vede elektrický proud. Jak už bylo uvedeno, takovým materiálem je například křemík. Princip je graficky zachycen na obrázku.

³⁸ PETERKA, J. Energetické aktuality. *Alternativní energie*. Praha: CMCE, 2012, roč. 15, č. 1, s. 2. ISSN 1212-1673

³⁹ Fotovoltaika. In *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 16. 2. 2012 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaika>.



Obrázek 4.4 - Princip fungování FV článku (Quaschnig, Grada, 2010, s. 93)

Fotony slunečního záření dopadají na P-N přechod a svou energií vyrážejí elektrony z valenčního pásu do pásu vodivostního (uvolňují je z pevných vazeb na atomy krystalové mřížky). Takto vzniklé volné elektrony se pomocí elektrod odvedou u nejjednodušších systémů přímo ke spotřebiči, případně do akumulátoru. Pro napájení běžných domácích elektrospotřebičů na střídavý proud je nutno doplnit střídač, který energii převede na střídavé napětí o velikosti a frekvenci shodné s distribuční soustavou. V nejjednodušším solárním článku jsou vytvořeny dvě vrstvy s rozdílným typem vodivosti. V jedné z vrstev - materiál typu N - převažují negativně nabitě elektrony, kdežto v druhé vrstvě - materiál typu P - převažují "díry", které se dají popsat jako prázdná místa, která snadno akceptují elektrony. V místě, kde se tyto dvě vrstvy setkávají - PN přechod - dojde ke spárování elektronů s děrami čímž se vytvoří elektrické pole, které zabrání dalším elektronům v pohybu z N-vrstvy do P-vrstvy. Za normálních okolností jsou elektrony v polovodičovém materiálu pevně vázány k atomům krystalové mřížky, materiál je nevodivý. Například každý atom křemíku má čtyři valenční elektrony. Přidáním velmi malého množství prvku s větším počtem valenčních elektronů (donor) se vytvoří oblast s vodivostí typu N, v níž se vyskytují volné elektrony, které mohou přenášet elektrický náboj. Naopak příměs prvku s menším počtem elektronů vytvoří oblast s vodivostí typu P, v níž se krystalovou mřížkou pohybují "díry" - místa, kde chybí elektron. Při zachycení fotonu o dostatečné energii (odpovídající vlnové délce) v polovodičovém materiálu vznikne jeden pár elektron-díra.

Je-li vnější obvod uzavřen, pohybují se tyto nositele náboje opačným směrem, elektrony k záporné elektrodě, díry ke kladné. Solární články vyžadují ochranu před vlivy prostředí, proto se umísťují mezi ochranné vrstvy, obvykle sklo a plastovou fólii, ale používají se i dvě skla nebo jiné kombinace materiálů. Protože napětí jednoho článku je nízké, propojují se články sériově do větších panelů. Jeden solární panel poskytuje dostatek energie (do cca 300 W) pro napájení jednoduchých zařízení jako je rozhlasový přijímač. Pro napájení větších spotřebičů nebo v případě fotovoltaických elektráren jsou jednotlivé solární panely propojeny do větších systémů.⁴⁰

4.3.2 Efektivita

Tento bezrozměrný ukazatel vynásobený 100 podává v procentuálním vyjádření informaci o tom, jaký podíl slunečního záření je článkem přeměněn na elektrický výkon, přičemž čím je účinnější, tím je jeho výkon na m² plochy vyšší. Při jeho stanovení se vychází ze vzorce

$$\eta = \frac{P_{el}}{\phi}, \quad (8)$$

kde: η – účinnost

P_{el} – výstupní elektrický výkon

ϕ – vstupní energie slunečního záření

Účinnost se s použitím různých materiálů liší, lze však obecně říci, že sériové křemíkové články dosahují účinnosti maximálně 20%.⁴¹

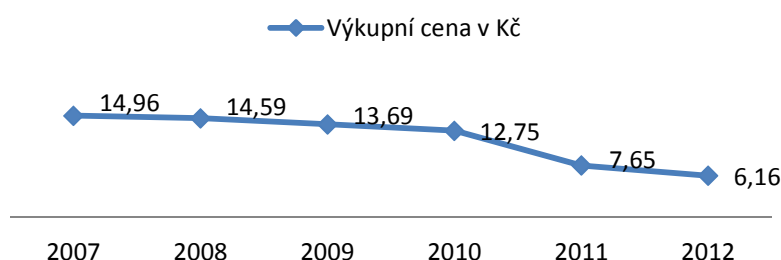
4.3.3 Ekonomika

Aby investice směřovaná do FV, která nebyla realizovaná pouze na základě idealistických pohnutek, byla zisková, je vhodné stanovit její výnosnost na úrovni minimálně 6%, přičemž riziko nenaplnění daného cíle je dosti vysoké. Riziko se týká především přírodních nehod, které mohou investici zmařit nebo znehodnotit takovým způsobem, že výnos bude nižší než plánované prognóza. Tento výsledek může nastat i za jiných okolností, například špatné vyprojektování FV systému, změna klimatu, která může vést k nižšímu slunečnímu

⁴⁰ Fotovoltaika. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001–, strana naposledy edit. 16. 2. 2012 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaika>

⁴¹ QUASCHNING, V., Obnovitelné zdroje energií, s. 111-112

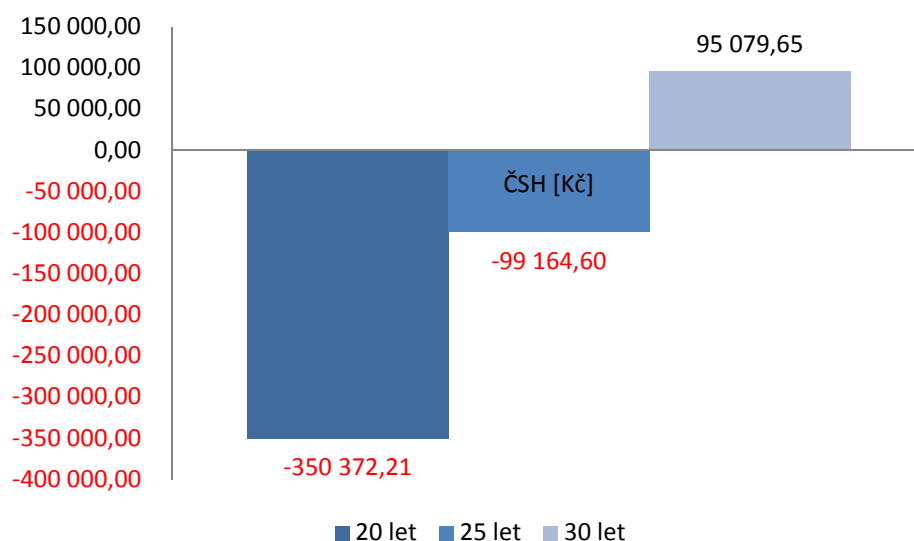
svitu nebo nepříznivé politické podmínky a nízká podpora pro investice do OZE obecně a další rizikové faktory⁴². Poslední zmíněné riziko se v současnosti projevilo v plné síle, kdy stát jako garant výkupu elektřiny z OZE uplatňuje restriktivní opatření, čímž dusí potenciální investory. Tato opatření nesou podobu například snížení výkupních cen elektřiny, jejichž vývoj je zachycen v grafu a zelených bonusů z ní plynoucích a odvod tzv. solární daně z výkupní ceny i zelených bonusů. Těmito opatřeními stát negativně zasahuje do podnikatelského prostředí.



Obrázek 4.5 - Vývoj výkupních cen elektřiny z OZE v letech 2007-2012 (vlastní zpracování)

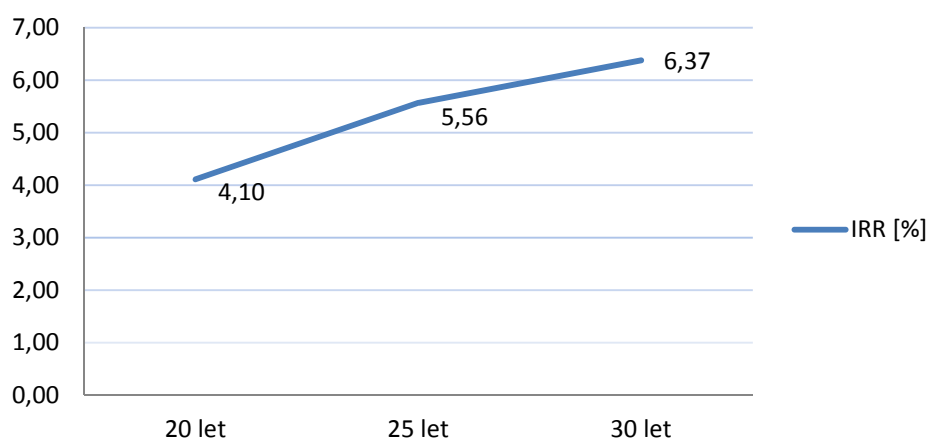
Současný stav se zásadním dílem podepsal na budoucím vnímání investic do FV a vyloučil ze svého kruhu investory motivované ekonomickým ziskem a zachoval si pouze ty idealisticky smýšlející a společensky odpovědně. Následující graf tuto skutečnost dokumentuje na příkladu citlivostní analýzy, kdy je investice hodnocena pro tři různě dlouhá období. Výše počáteční investice je vyčíslena pro referenční systém do 30 kWp za předpokladu měrné investiční ceny 76 500 Kč/1 kWp instalovaný, tedy v celkové výši 2 295 000 Kč, s ohledem na 6% diskont. V grafu dále není zahrnuta daň z příjmu ani DPH z důvodu její proměnlivosti a dále nejsou zahrnuty zelené bonusy, jelikož mohou nastat okolnosti, kdy nejsou státem garantovány. Naopak je zahrnut úbytek výkonu FV kolektorů ve výši 1%/rok a dále každoroční 2% valorizace výkupní ceny v následujících letech.

⁴² QUASCHNING, V., Obnovitelné zdroje energií, s. 121



Obrázek 4.6 - Porovnání ČSH pro různá časová období (vlastní zpracování)

Výsledkem je, že racionálně uvažující investor, očekávající dosažení zisku tuto investici nepodstoupí z jediného důvodu, a sice toho, že čistá současná hodnota je pro období 20 a 25 let záporná. Když uvážíme, že životnost kolektorů je přibližně 30 let, dostáváme do stavu, kdy je investice na hranici ziskovosti. Tento fakt je pak podpořen navíc ještě tím, že diskontu 6% je lehce převýšen vnitřní mírou výnosnosti IRR pouze v období 30 let, o čemž vypovídá následující graf.



Obrázek 4.7 - Vnitřní výnosové procento pro různě dlouhá období (vlastní zpracování)

Všechny tyto zjištěné a vypočtené údaje mohou posloužit k objektivnějšímu rozhodování o směřování budoucích investic. Investice do autonomního FV systému vybudovaného za účelem energetické samostatnosti a ne za účelem prodeje elektřiny do sítě smysl má. Na

druhé straně investice do FV systému generujícího zisk, prostřednictvím zapojení do distribuční sítě, navzdory záměru národního akčního plánu jako závazného právního dokumentu, nemá za současné státní podpory smysl do té doby, dokud priority vlády nezmění směr od spalování fosilních paliv a jaderného programu k ekologicky šetrným bezemisním formám produkce energie.

4.4 Větrná energie

Základem pro použití této technologie je transformace slunečního záření na vítr. Ten vzniká tlakovými rozdíly mezi různě zahřátými oblastmi vzduchu v zemské atmosféře.⁴³ VtE nejsou v ČR stále moc populární především kvůli nedostatečné osvětě a nepochopení tohoto zdroje čisté energie a v neposlední řadě také nepříznivým větrným podmínkám na značné části území, díky nimž by byl využit jen zlomek jejich potenciálu, i když současné technologie vyvinuté pro vnitrozemské elektrárny si již umí poradit s kolísavou rychlostí větru a jeho častou změnou.⁴⁴ S tím souvisí další podstatná hodnota, definující účinnost větrného zdroje. Je jí „koeficient ročního využití“, který se v ČR v roce 2010 pohyboval pouze na úrovni přibližně 20 %. Tato hodnota ukazuje, nakolik je v průběhu roku využíván instalovaný (jmenovitý) výkon.⁴⁵ Mezi další faktory brzdící rozvoj a výstavbu VtE je nevole krajských úřadů, jimž se nezamlouvá produkovaný hluk, narušení rázu krajiny, omezování ptactva a zvěře a další vděčná omezení, která přijdou vhod. Díky tomuto postoji úřadů je nakonec realizováno pouze 10 % zamýšlených projektů.⁴⁶ Jinak tomu však je ve světě, kde se větrná energetika v roce 2010 zařadila na 3. místo v nových instalacích podle původu elektřiny. Světová kapacita instalovaného výkonu VtE činila koncem roku 2010 téměř 197 GW s meziročním přírůstkem téměř 24 %, přičemž na tomto stavu se nejvíce podílela Čína, která se současně stala světovou jedničkou v instalovaném výkonu VtE. Větrná energetika má tak na celkové světové výrobě elektřiny podíl již 2,5 %.⁴⁷ Všechny tyto údaje jsou rekordní a současný trend naznačuje, že tomu v budoucnu nebude

⁴³ BERANOVSKÝ, J. et.al, Internetové energetické a informační středisko ČEA [online] Dostupné z: <http://www.i-ekis.cz/?page=vitr>

⁴⁴ Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie [online] Dostupné z: http://ekowatt.cz/upload/8d8404454da8be9d52d9234092c9d457/energie_vetru_web.pdf

⁴⁵ Koeficient ročního využití. In *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 7. 3. 2012 [cit. 31. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Koeficient_ročního_využití

⁴⁶ Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie [online] Dostupné z: http://ekowatt.cz/upload/8d8404454da8be9d52d9234092c9d457/energie_vetru_web.pdf

⁴⁷ KOČ, B. Nejvíce větrníků má Čína. *Alternativní energie*. Praha: CMCE, 2011, roč. 14, č. 3, s. 38. ISSN 1212-1673

jinak. Dynamiku instalací větrných elektráren v EU v letech 2004 – 2010 zobrazuje tabulka.

Tabulka 4.1 - Dynamika instalací větrných elektráren v EU

Pořadí	Země	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Německo	16 629	18 428	20 622	22 247	23 903	25 777	27 214
2	Španělsko	8 263	10 027	11 623	15 145	16 740	19 160	20 676
3	Itálie	1 125	1 717	2 123	2 726	3 736	4 849	5 797
4	Francie	386	757	1 567	2 454	3 404	4 574	5 660
5	Velká Británie	888	1 353	1 962	2 389	3 241	4 245	5 204
6	Dánsko	3 117	3 122	3 136	3 125	3 180	3 469	3 756
7	Portugalsko	522	1 022	1 716	2 150	2 862	3 357	3 702
8	Nizozemsko	1 078	1 219	1 558	1 746	2 225	2 223	2 237
9	Švédsko	442	500	571	788	1 021	1 560	2 163
10	Irsko	339	496	746	805	1 002	1 310	1 428
11	Řecko	465	573	746	871	985	1 086	1 208
12	Polsko	63	73	153	276	472	725	1 107
13	Rakousko	606	819	965	982	995	995	1 001
14	Belgie	95	167	194	287	384	563	911
15	Rumunsko	-	-	3	8	10	14	462
16	Bulharsko	-	-	36	70	158	177	375
17	Maďarsko	6	17	61	65	127	201	295
18	Česká Republika	17	26	54	116	150	192	215
19	Finsko	82	82	86	110	143	147	197
20	Litva	26	27	27	27	27	91	154
21	Estonsko	6	30	32	58	78	142	149
22	Kypr	0	0	0	0	0	0	82
23	Lucembursko	35	35	35	35	35	35	42
24	Lotyšsko	7	7	7	7	27	28	31
25	Slovensko	5	5	5	5	3	3	3
26	Malta	0	0	0	0	0	0	0
27	Slovinsko	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: vlastní zpracování

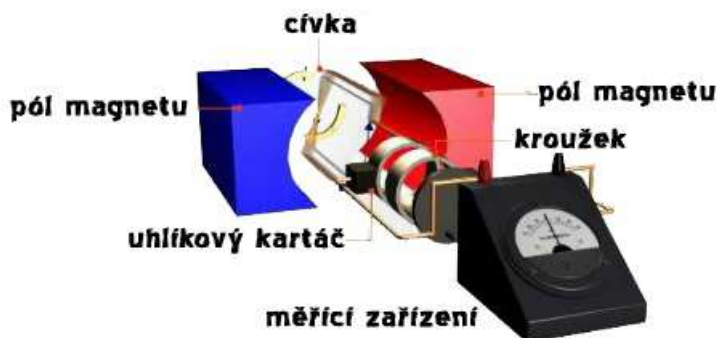
Z tabulky je patrné, že ČR ve výstavbě zaostává i za zeměmi, které do EU přistoupily až později, konkrétně se jedná o Rumunsko a Bulharsko. Na druhou stranu se jedná o přímořské státy, u kterých se projevuje veliký větrný potenciál, právě díky existenci moře, kde je koeficient ročního využití na mnohem vyšší úrovni. Je pochopitelné, že větrná energetika u nás není v takovém rozkvětu s ohledem na její vnitrozemský charakter, na našem území je však mnoho vhodných lokalit pro jejich výstavbu a důvodem tohoto stavu je tedy fakt, jednotlivé projekty naráží na administrativní neprůchodnost a nevoli krajských

úřadů. Nejedná se tedy pouze o nepříznivé klimatické podmínky, jak ukazuje obrázek, ale v tomto případě hlavně o věc přístupu.

4.4.1 Princip

Tato kinetická energie je prostřednictvím rotoru turbíny přes převodovku a spojku předávána generátoru, ve kterém probíhá samotná přeměna kinetické energie na elektrickou díky fyzikálnímu jevu známému jako elektromagnetická indukce, jejíž zásluhou je možné za současného působení magnetického pole permanentního magnetu a právě rotace měděné cívky vytvářet střídavý elektrický proud o určitém napětí. Střídavý proto, že permanentní magnet uložený ve statoru generátoru má kladný a záporný pól a právě rotace, kterou se mění její relativní poloha vůči pólům magnetu, ovlivňuje tok indukovaného proudu. V závislosti na velikosti kinetické energie jsou tyto elektrické impulsy tvořeny v určité frekvenci, která je pro provoz elektrických zařízení nastavena v rozmezí 50 – 60 Hz.

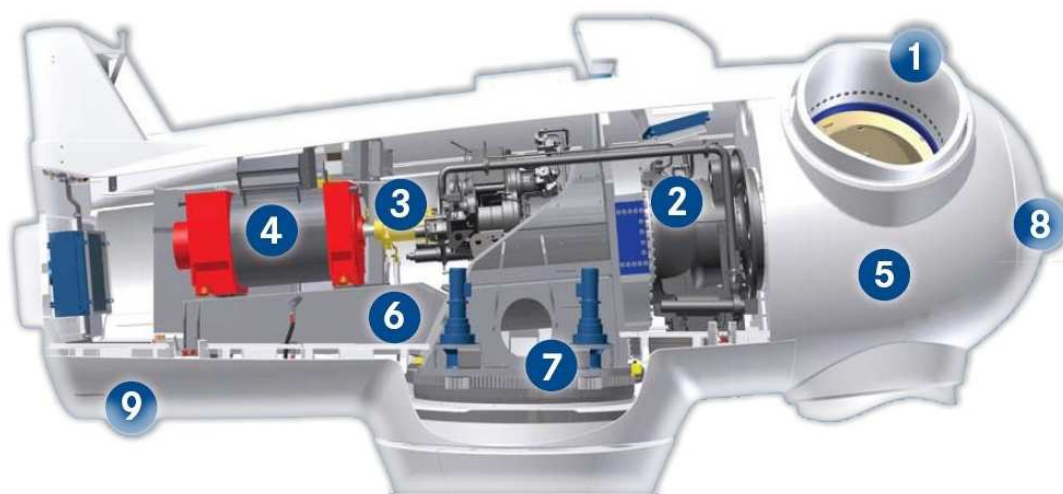
Princip elektromagnetické indukce, která je tím nejdůležitějším prvkem při přeměně energie naznačuje obrázek.



Obrázek 4.8 - Princip elektromagnetické indukce

(<http://www.tutorvista.com/content/physics/modern-physics/electromagnetic-waves-magnetic-effects-of-electric-current/ac-generator.php>)

Konstrukci gondoly větrné elektrárny zobrazuje obrázek,



Obrázek 4.9 - Uspořádání strojovny větrné elektrárny
 (http://www.csve.cz/img/wysiwyg/image/strojovna_soubory/image037.jpg)

kde:

1. List rotoru
2. Převodovka
3. Mechanická brzda a spojka
4. Generátor
5. Náboj
6. Hlavní rám
7. Systém natáčení
8. Kryt
9. Těleso gondoly.

Soubor těchto součástí tvoří ucelený systém přeměny energie.

4.4.2 Efektivita

Pro větrné elektrárny (dále jen VtE) se vzhledem k rychloběžnosti a menšímu namáhání celého rotoru nejčastěji používá sestavení s vodorovnou osou rotace a rotorem se třemi listy, pracujícími na vztakovém principu. Účinnost se pohybuje okolo 40 % z výkonu větru protékajícího rotorem v závislosti na konstrukčním řešení turbíny výrobcem.⁴⁸

⁴⁸ GEŽO, M. Malé větrné elektrárny a hybridní varianty. Alternativní energie. Praha: CMCE, 2011, roč. 14, č. 2, s. 25. ISSN 1212-1673

4.4.3 Vhodnost užití

Při výběru vhodné lokality je rychlost větru rozhodujícím ukazatelem, jelikož energie větru procházejícího jedním metrem čtverečním plochy roste se třetí mocninou jeho rychlosti dle vzorce:

$$W = 0,5 * f * A * v^3 \text{ [W/m}^2\text{]}, \quad (9)$$

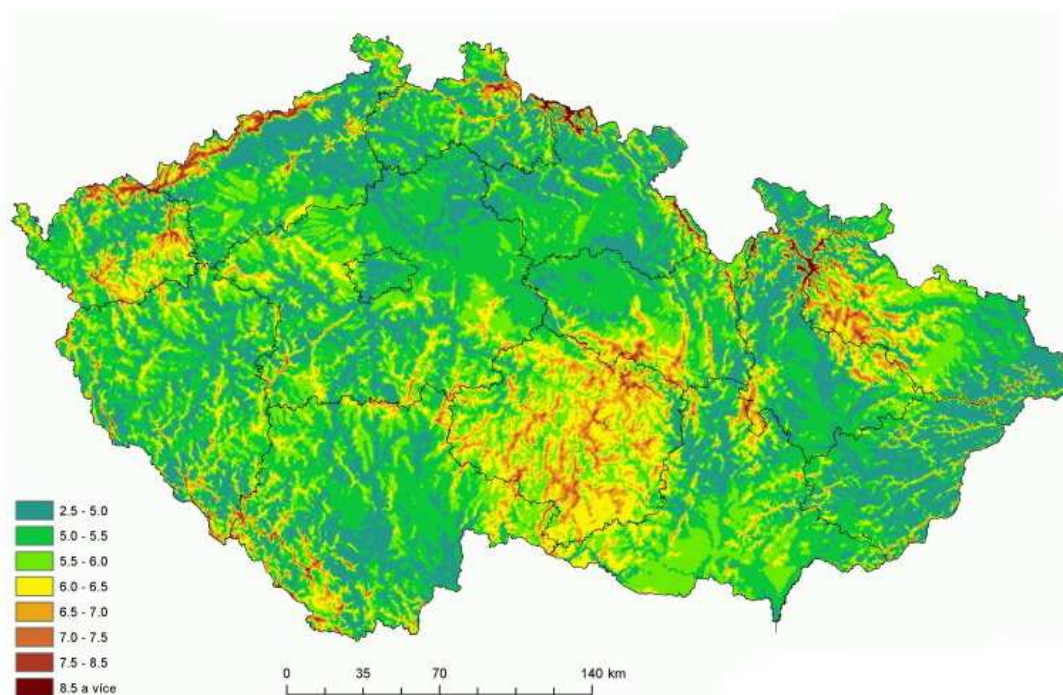
kde:

f = atmosférická hustota [kg/m^3]

A = plocha

v = rychlost větru [m/s].

Právě díky této skutečnosti je výhodnější výstavba menšího množství stále větších turbín umístěných ve větších výškách, před velkým množstvím turbín v menších výškách. K posouzení vhodnosti použití této technologie lze využít úřední databázi, kterou poskytuje Ústav fyziky atmosféry ČR. Nejprve je třeba ověřit větrný potenciál v dané lokalitě, jak zobrazuje Obrázek č. 1. Tyto informace mají pouze orientační charakter, jelikož síla větru je měřena ve výšce 100 m. V případě, že větrné podmínky jsou v této výšce příznivé, pak je nutné zjistit sílu větru i v mnohem směrodatnější výšce, a sice 10 m. Pokud je síla větru v této výšce stále příznivá, přistoupí se k empirickému dlouhodobému měření, zpravidla 2 – 3 měsíce. ČR patří mezi vnitrozemské oblasti s typicky kontinentálním klimatem, jenž se projevuje významným sezónním kolísáním rychlosti větru. Vhodné lokality jsou převážně ve vyšších nadmořských výškách obvykle nad 500 m n.m. V nižších nadmořských výškách je roční průměrná rychlost větru pouze kolem 2 až 4 m/s.



Obrázek 4.10 - Větrná mapa ve výšce 100 metrů na území ČR (<http://www.ufa.cas.cz/vetrna-energie>)

V této práci uvažovaná lokalita, ležící v Českolipsku, se sice nachází v nadmořské výšce 300 m n.m. a na základě výzkumu vhodnosti lokalit v ČR z hlediska zásob větrné energie VaV/320/08/03 je z přílohy č. 1 patrné, že v okrese Česká Lípa dosahuje rychlost větru ve výšce 10 m průměrné hodnoty pouhých 2,94 m/s, výstavba VtE by však byla realizována ve výšce 517 m n.m. na vrcholku Velkého Jeleního vrchu vzdáleného o odběrného místa přibližně 3 km, kde se již průměrná rychlost větru dle větrné mapy pohybuje v rozmezí 5 – 6 m/s, kde již výstavba teoreticky má význam. Tyto údaje je však nutné ověřit empirickým dlouhodobým měření v délce minimálně šesti měsíců. Pokud by i poté byly podmínky příznivé, lze zpracovávat investiční projekt.

4.4.4 Ekonomika

Pro investiční záměr je po hodnocení různě výkonově dimenzovaných turbín uvažována turbína o plném výkonu 2 MW při jmenovité rychlosti větru 13 m/s disponující třílístým rotorem s horizontální osou otáčení umístěným ve výšce 100 metrů nad zemí. Z výpočtu dle vzorce (1) lze zjistit teoretickou celkovou vyrobenou energii za rok E v MWh, čili

$$E = 2 * 24 * 365 * 0,25 = 4380 \text{ MWh.} \quad (10)$$

Průměrná roční spotřeba elektrické energie v podniku v letech 2004 až 2010 dosahuje, jak ukazuje tabulka, po zaokrouhlení hodnoty 1 374 MWh, což denně činí přibližně 3,8 MWh a na základě znalosti vstupních investičních údajů prostou, popřípadě diskontovanou dobu návratnosti a konečně čistou současnou hodnotu popřípadě očekávanou čistou současnou hodnotu, v případě, že bude uvažována práce s pravděpodobností uskutečnění peněžního toku.

Tabulka 4.2 - Spotřeba elektrické energie

rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
celková spotřeba [MWh]	1 409	1 384	1 340	1 342	1 429	1 370	1 342
roční průměr [MWh]	1 374						

Zdroj: vlastní zpracování

Z uvedených údajů je patrné, že roční produkce by teoreticky pokryla roční potřebu elektrické energie podniku. Nyní lze přistoupit k odhadu výše investičních nákladů na výstavbu VtE. Tyto údaje zobrazuje tabulka.

Předmět investice	cena [mil. Kč]
větrná turbína 850 KW	70
základová deska	5
trafostanice	1
vedení kabeláže	9
celkem	85

Zdroj: vlastní zpracování

Za předpokladu, že by produkce pokryla spotřebu, z tabulky je patrné, že roční úspora by činila přibližně 4 mil. Kč. Tuto částku lze chápat jako kladný roční peněžní tok.

Tabulka 4.3 - Fakturace za dodanou energii

rok	2008	2009	2010
fakturace v Kč s DPH [mil. Kč]	3 971 454	4 212 948	3 784 699
roční průměr [mil. Kč]	3 989 700		

Zdroj: vlastní zpracování

Následná prostá doba návratnosti činí 15 let.

Při diskontní sazbě 5,5 % je při průměrném ročním navýšení ceny elektrické energie od dodavatele o 9 % čistá současná hodnota po zaokrouhlení na celé miliony 22 mil. Kč a vnitřní výnosové procento činí 8 %. Tyto údaje jsou získány výpočtem v tabulkovém procesoru.

4.5 Biomasa

Na počátku 21. století, kdy došlo k ropným šokům, přišlo i v průmyslově vyspělých zemích využití spalování biomasy vhod. Kromě tradiční formy využití, již je palivové dřevo se v rostoucí míře využívají také moderní formy jejího využití. Biomasa se nemusí spalovat pouze na otevřeném ohni. Spalování je možné také v moderních spalovacích kotlích nebo kogeneračních jednotkách využívaných pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny.⁴⁹

4.5.1 Princip

Vzhledem k tomu, že biomasa zahrnuje živé a odumřelé organismy a organické produkty látkové výměny, její vznik je podmíněn působením slunečního záření, za přítomnosti vody a to právě pouze u rostlin, jež jsou stavebním kamenem látkové přeměny zvané „fotosyntéza“. Biomasa lze využít rozmanitým způsobem, od jejího spalování na otevřeném ohni nebo v moderních spalovacích zařízeních s vysokou účinností, či elektrárnách k výrobě elektřiny a v neposlední řadě k výrobě plynu v bioplynových stanicích, popřípadě k výrobě paliva. Zajímavé je to, že u tohoto procesu lze stanovit jeho účinnost, která se dá určit podílem výhřevnosti usušené biomasy k množství sluneční energie, již rostlina získala ve fázi svého růstu. V celosvětovém měřítku činí účinnost výroby biomasy 0,14 %. Navzdory takto nízké účinnosti na světě vzniká takové množství biomasy s energetickým obsahem, jenž by k pokrytí spotřeby primární energie stačil z pouhých 10 % tohoto množství. Pro přípravu a zpracování biomasy, jako paliva, které může být následně využito pro již zmíněné vytápění, výrobu elektřiny nebo jako pohonná hmota, se používají různé technologie. Jsou jimi sušení, peletizace, zkapalňování, kvašení, destilace a zplyňování. Meziproduktem je pak palivové dřevo, pelety, dřevní štěpka, bio-olej, bio-alkohol a bio-plyn. Ač se to nezdá, energie získaná ze spalování biomasy je ekologická z toho důvodu, že se z pohledu emisí CO₂ chová neutrálně a zároveň vytěsňuje

⁴⁹ QUASCHNING, V., Obnovitelné zdroje energií, s. 231.

výrobu energie z fosilních zdrojů. Rozsah jejího využití je skutečně dalekosáhlý, a proto bude pro praktické účely práce a hodnocení ekonomiky, prostor věnovaný biomase, omezen pouze na její vybrané užití, a sice na vytápění a výrobu elektrické energie prostřednictvím kogenerační kotle na štěpku.⁵⁰

4.5.2 Plánování investičního projektu

Při plánování investičního projektu do vytápění biomasou se v první řadě vychází z tepelné zátěže budovy Q_N , která se jako proměnná použije při dimenzi jmenovitého výkonu kotle Q_K , jenž se udává za jmenovitou dobu hoření T_B dle následujícího vzorce:

$$Q_K = Q_N \cdot \frac{6,4}{T_B} [kW]. \quad (11)$$

Následuje určení velikosti skladu paliva S při znalosti roční spotřeby tepla Q , výhřevnosti paliva V a objemové hmotnosti m ze vzorce

$$S = \frac{Q}{\frac{2}{3} \cdot m \cdot V} [m^3]. \quad (12)$$

Následující tabulka zobrazuje parametry jednotlivých druhů používaných paliv, které jsou při plánování investice důležité.

Tabulka 4.4 - Charakteristické vlastnosti paliva z biomasy

	výhřevnost [MJ/kg]	objemová váha [kg/m ³]	vlhkost [%]	cena [Kč/t]
palivové dřevo	>18	350 - 550	15 - 20	800 - 3 000
pelety	17,5 - 19,5	650	< 9	4 000 - 5 000
topolová štěpka	15 - 19	250	20 - 30	2 000
brikety	12 - 18	1 200	< 10	3 500 - 5 500

Zdroj: vlastní zpracování

Výhřevnost paliva nepřímo úměrně závisí na jeho vlhkosti. Tedy nižší je vlhkost, tím vyšší je výhřevnost na jeden kilogram paliva. Objemová hmotnost zase nepřímo úměrně ovlivňuje prostorové nároky na skladovací prostor. Tedy čím je vyšší objemová váha paliva, tím nižší budou prostorové nároky na skladovací prostory. Mezi rozhodující kritéria ovlivňující rentabilitu investice do výroby energie prostřednictvím biomasy jsou nejen energetická náročnost budovy, ale investiční náklady jsou také přímo závislé na volbě

⁵⁰ QUASCHNING, V., Obnovitelné zdroje energií, s. 231-233

kotle, který bude biomasu spalovat. Na trhu je možné pořídit speciální kotle na jednotlivé druhy paliva, či univerzální kotle na veškerou biomasu. Speciálním případem jsou tzv. kogenerační kotle vyrábějící jak tepelnou energii, tak elektřinu a právě této technologii bude omezený prostor pro praktické účely práce věnován.

4.5.3 Efektivita

Moderní automatické kotle na spalování biomasy zpravidla nejsou univerzální a jsou konstruovány na konkrétní druh paliva. Existují však výjimky potvrzující pravidlo, za které, jejichž cena se pak pohybuje na vyšší úrovni. Naproti tomu mají všechny kotle společnou jednu důležitou vlastnost a to je velmi vysoká účinnost, pohybující se v řádu od 80 – 90 %.

4.6 Kogenerace

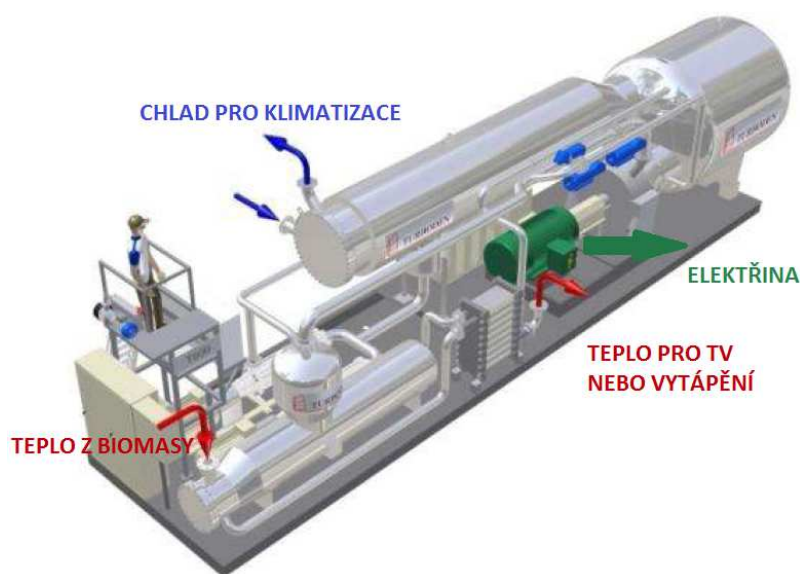
Kogenerace je společná výroba elektřiny a tepla. Umožňuje zvýšení účinnosti využití energie paliv. Při kogeneračním procesu je toto odpadní teplo výhodně využíváno k ohřevu teplé vody, vytápění a podobným účelům. Tak je současně využita energie pro výrobu elektřiny a ztrátové teplo je k dispozici k dalšímu použití. Lze tak dosáhnout přibližně 80% tepelné účinnosti vztažené na energetický obsah výhřevnost paliva. Proto kogenerace může být jednou z cest snižování emise skleníkových plynů lepším využitím primárních paliv. Následující podkapitola se věnuje termo-olejovému řešení prostřednictvím zařízení ORC využívající Rankinuv organický cyklus.⁵¹

4.6.1 Princip

Zařízení ORC přeměňuje tepelnou energii v elektrický proud. Topným a chladicím okruhem je v zařízení vytvářen rozdíl tlaků. Tento rozdíl tlaků je využíván k pohonu turbíny prostřednictvím páry. Tepelná energie je do zařízení přiváděna okruhem termo-oleje, který je ohříván v kotli. Horký olej ve výměníku způsobuje odpařování silikonové sloučeniny - pracovní kapaliny. Pára je vedena přes turbínu, v jejíž trysce dochází ke snížení napětí. Přitom dochází k expanzi a značnému zrychlení. Tento proud páry nyní pohání lopatkové kolo turbíny, jejíž pohybová energie je prostřednictvím generátoru

⁵¹ Kogenerace. In *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 5. 11. 2011 [cit. 31. 3. 2012]. Anglická verze. Dostupný z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Kogenerace>.

přeměňována v elektrický proud. Podtlak nutný pro snížení napětí v turbíně je vytvářen pomocí kondenzátoru. Získané teplo je vodním okruhem odváděno a dle potřeby využíváno pro vytápění. Odpadní pára je v kondenzátoru zkapalňována, kondenzát je opět čerpán do výměníku poté, co je odpadní párou turbíny v dalším výměníku zahříván. Principiálně ORC zařízení pracuje jako konvenční parní elektrárna. Namísto vody je jako pracovní médium využita silikonová sloučenina. Díky zvláštním vlastnostem však není nutný ohřev páry (přehřívání) po odpaření⁵²



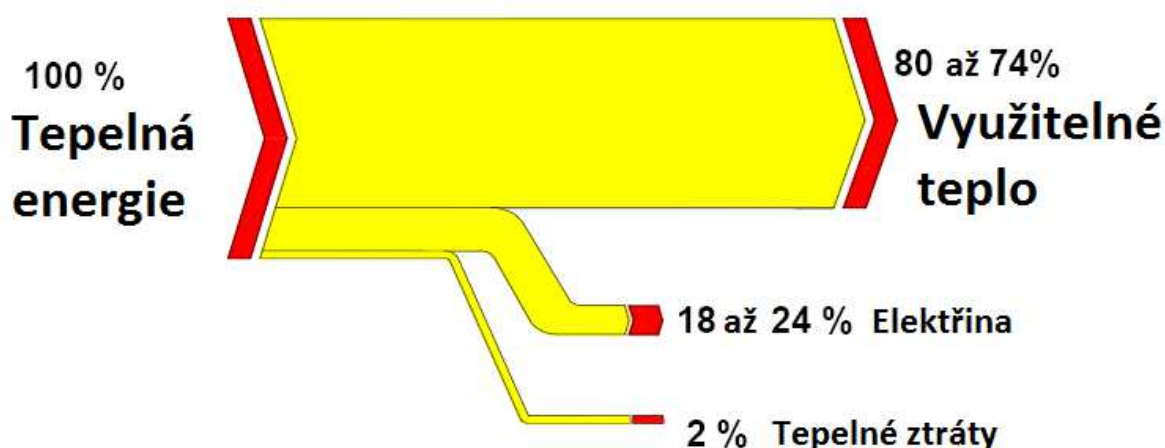
Obrázek 4.11 - Kogenerační systém ORC (<http://www.tts.cz/cz/boilers/download/7.PDF>)

4.6.2 Efektivita

Typické využití ORC se nabízí ve spojení s kotelny na biomasu, kde je primární energie v palivu využita jednak na výrobu tepla, ale i elektrické energie. V takovém případě je celková účinnost kogenerace až 98 %. Jen pro porovnání, v klasické tepelné elektrárně, kde je teplo z kondenzace odvedeno do okolí, se dosahuje celkové účinnosti cca 30 %.⁵³ Jednoduché schéma ukazuje následující obrázek.

⁵² Organic Rankine cycle. In *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 26. 3. 2012 [cit. 25. 3. 2012]. Anglická verze. Dostupný z: http://en.wikipedia.org/wiki/Organic_Rankine_cycle.

⁵³ Kogenerace z biomasy [online]. Třebíč: TTS Group, 2001 [cit. 31. 3. 2012]. Dostupný z: <http://www.tts.cz/cz/boilers/orc.html>.



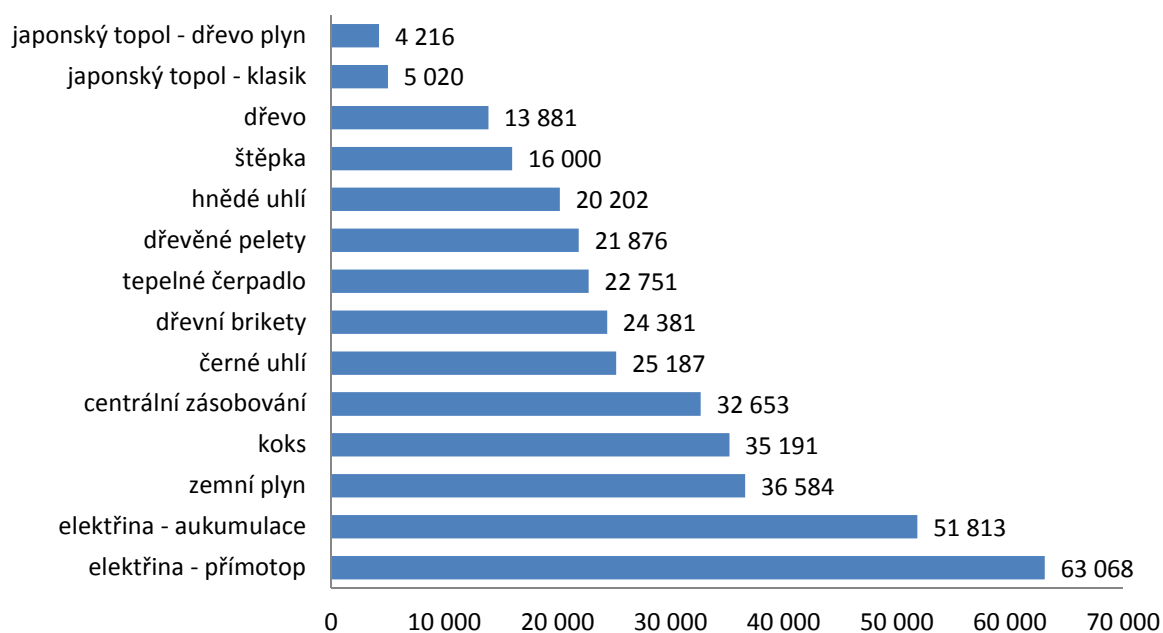
Obrázek 4.12 - Účinnost kogeneračního zařízení ORC na spalování biomasy
(<http://www.tts.cz/cz/boilers/download/7.PDF>)

4.6.3 Ekonomika

Mezi výhody použití kogenerační jednotky patří minimalizace nákladů na rozvod energie, jelikož teplo i elektřina vznikají najednou a v místě své spotřeby, čímž jsou minimalizovány náklady na přípojky energií a rozvody. Současně se tím redukuje ztráty v rozvodných sítích. Při Použití kogenerace se ušetří asi 40 % paliva oproti běžným výrobnám elektřiny, z ekologického hlediska tedy tento systém výroby energií zatěžuje méně životní prostředí.⁵⁴

Následující orientační graf ukazuje, že z hlediska nákladů na topnou sezónu má štěpka z japonského topolu jednu z nejlepších bilancí mezi vybranými způsoby vytápění.

⁵⁴ BIOMASA³ ENERGETICKÁ, EKOLOGICKÁ, MPO, 2010, s. 19.



Obrázek 4.13 - Porovnání nákladů za topnou sezónu na vytápění domu (Alternativní energie, CEMC, 5/2011, s. 31)

Japonský topol spadající svým charakterem mezi tzv. „rychle rostoucí dřeviny“ je po 3 až 5 letém období zpracování (štěpkování) na tzv. zelenou štěpku, což znamená, že je štěpkován celý strom včetně větví bez odpadního dřeva. Užití štěpky je v případě vyšších výkonu spalovacích kotlů v řádech stovek kW hospodárnější.⁵⁵

4.7 Solární termika

První patent na solární termický kolektor byl získán již koncem 19. století. Solární termika byla na trhu úspěšně uplatňována až do 2. světové války. Bohužel ji potkal stejný osud, jako podobné ekologické a úspěšné technologie a z trhu byla vytlačena úspěšnějšími fosilními palivy. Znovuobjevena byla až v 70. letech v době ropné krize a během této doby dospěla v jednoho z mnoha zástupců bezemisní čisté energie.⁵⁶

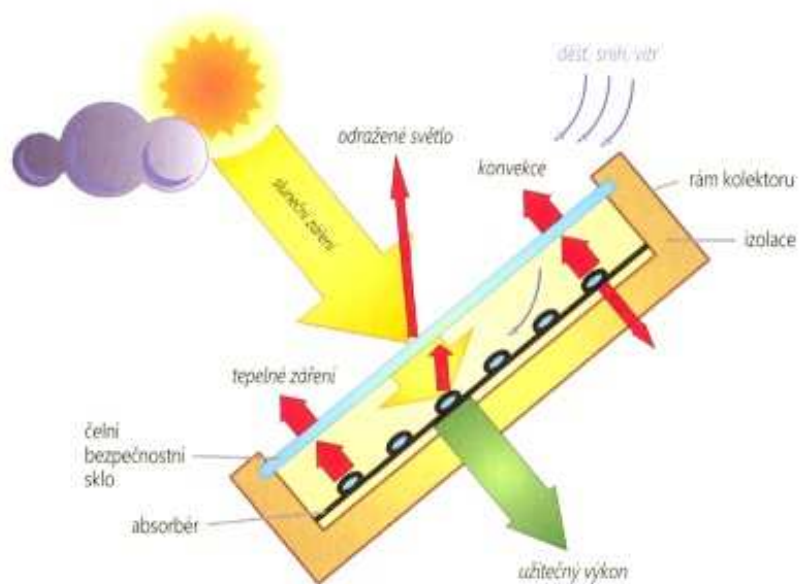
4.7.1 Princip

Solární tepelná energie spočívá v transformaci energie slunečního záření na teplo. Oblast aplikace je stejně jako u jiných alternativních technologií velmi rozsáhlá. Všechny solární systémy však vychází ze stejného principu. Jak ukazuje obrázek, sluneční kolektor

⁵⁵ Tamtéž, s. 7

⁵⁶ QUASCHNING, V., Obnovitelné zdroje energií, s. 119

především zachycuje sluneční paprsky. Ústřední součástí kolektoru je solární absorber, který pohlcuje sluneční světlo a přeměňuje ho na teplo, jenž je dále předáváno teplotonosnému médiu, zpravidla voda, nebo olej. Při tomto procesu však nevyhnutelně dochází k tepelným ztrátám, jelikož se část slunečního záření odráží nevyužitá ještě dřív, než je teplotonosnému médiu předána.⁵⁷



Obrázek 4.14 - Princip solárně-termického systému (Quaschnig, Grada, 2010, s. 120)

I když je velice náročné vyrobit takový kolektor, jenž by měl minimální tepelné ztráty, jejich vývoj jde kupředu každým dnem. Jejich výkonnost je odvozena od jejich účinnosti a charakteristiky.

4.7.2 Efektivita

Charakteristiku a účinnost kolektorů lze určit prostřednictvím třech parametrů η_0 (optická účinnost), k_1 , k_2 (koeficienty ztrát) ze vzorce

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot \Delta\theta + k_2 \cdot \Delta\theta^2}{E} \quad (13)$$

Jednotlivé typy kolektorů disponují optickou účinností v rozmezí 70-90 %, která udává, jaký podíl slunečního záření se v absorberu přemění na teplo. Koeficienty ztrát pak

⁵⁷ Tamtéž, s. 121

podávají informaci o tom, jaké tepelné ztráty v kolektoru vznikají. Proměnná $\Delta\vartheta$ pak udává teplotní rozdíl mezi okolím a kolektorem.⁵⁸

4.7.3 Ekonomika

Pro představu lze zjednodušeně spočítat množství a cenu vyrobené vlastní tepelné energie pro přípravu TV. Výchozím předpokladem jsou následující údaje zobrazené v tabulce společně s výslednými hodnotami ekonomické efektivity:

Tabulka 4.5 - Příklad ekonomické efektivity solárně-termického systému

počet kolektorů (ks)	3
životnost soustavy (roky)	25
výkon 1 kolektoru (kWh/rok)	900
dodávka a montáž (Kč)	100 000
provozní náklady (Kč)	10 000
celkové množství energie (kWh)	67 500
cena vyrobené energie (Kč/kWh)	1,63

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky je patrné množství vyrobené energie za dobu životnosti přesahující 67 000 kWh, díky čemuž se cena vyrobené energie pohybuje pod 2 Kč/kWh. Při porovnání s ostatními druhy paliv a energie lze zjistit, že je tento zdroj energie spíše dražší. Nutno podotknout, že je s ním však spojeno mnohem menší riziko.⁵⁹

Soustava solární termiky je z hlediska nákladů na provoz bezkonkurenčně nejlevnějším zdrojem, jaký je k dispozici, v dostatečné míře je však k dispozici pouze v přechodném období, kdy téměř „zadarmo“ zajišťuje přípravu teplé vody a vytápění. V zimním období však není možné od solární soustavy očekávat výraznější zisky, které by kryly potřeby energie pro přípravu TV a vytápění.⁶⁰

⁵⁸ QUASCHNING, V., Obnovitelné zdroje energií, s. 121

⁵⁹ PETERKA, J. Využitelná bilance sluneční energie pro přípravu TV v rodinných domech v ČR. *VYTÁPÍME SLUNCEM*. Praha: CMCE, 2010, s. 6. ISSN 1212-1673

⁶⁰ KRAFTOVÁ, I.; KRAFT, J. Povzbudivý růst ekonomiky regionů: cílená regulace versus tržní autoregulace? *Politická ekonomie*. 2009, roč. 57, č. 6, s. 769-791. ISSN 0032-3233.

Praktická část

Praktická část diplomové práce se po popisu a vyhodnocení výchozího stavu zaměří na ekonomické hodnocení navržených energeticky úsporných opatření pro potřeby kasárenského komplexu v lokalitě Stráž pod Ralskem. Hlavními cíli je snížení energetické náročnosti komplexu, dále iniciace energetické autonomie společně s realizací úspory elektrické energie a tepla.

5 Popis výchozího stavu energetické bilance kasárenského komplexu

V popisu je zahrnuto posouzení venkovních obvodových konstrukcí souboru budov a energetického hospodářství areálu zahrnující vnější a vnitřní rozvody tepla včetně energií na vytápění, ohřev teplé vody (dále jen TV), osvětlení, chlazení a větrání. Vstupy pro určení původního stavu je vycházeno z původní projektové dokumentace objektů, osobní prohlídky objektů a dodavatelských faktur za energie.

5.1 Energetická část

Posouzení energetického hospodářství podniku se zaměřuje na způsob vytápění, přípravu TV a zajištění elektrické energie a také na průměrnou spotřebu jednotlivých složek.

5.1.1 Vytápění a příprava TV

V areálu se nenachází žádný vlastní energetický zdroj, dodávka tepla je realizována z předávací stanice, kam je venkovním systémem centrální zásoby tepla (dále jen CZT) primární tepelná energie dodávána. Medium je transformováno na teplovodní a je vedeno dále do areálu kasáren potrubním systémem s napojením jednotlivých odběrů v objektech. Fakturační měření je osazeno na straně primáru v předávací stanici. Předávací stanice je po celkové rekonstrukci a obsahuje modul ohřevu TV o výkonu 1 000kW a čtyři větve nezávislých modulů o celkovém výkonu 2 560kW, jimiž jsou teplem zásobeny všechny objekty areálu. Vyrovnávací zásobník pro celý areál kasáren je dimenzován na 2 000 litrů. Regulační moduly jsou osazeny u objektů napojených na hlavní rozvod – tiechelmanův okruh. Ostatní objekty jsou napojeny vlastními potrubními přípojkami z předávací stanice. Celý areál je osazen dvoutrubkovým teplovodním systémem, který navazuje na rozvody tepla z předávací stanice. Teplotní spád vnitřní vytápěcí soustavy je projektován na 90 / 70°C

5.1.2 Elektrická energie

Dodávka elektřiny je realizována vnějšími rozvody z hlavní trafostanice do rozvaděčů v napojených objektech. Vnitřními rozvody pak elektro a osvětlení objektů. Zděná trafostanice slouží pro zásobování elektřinou celého areálu. Napojení z vrchního vedení

vysokého napětí (dále jen VN) 30kV. Osazení transformátorem o výkonu 630kVA. V části rozvodny nízkého napětí (dále jen NN) jsou pro odjištění kabelových vývodů osazeny skříňové rozvaděče. Napojené objekty nemají podružné měření spotřeby elektrické energie. Rozvody po areálu jsou provedené kabely uloženými v zemi a u každého objektu ukončeny v pojistkových skříních. Z těchto skříní je vždy napojen hlavní rozvaděč objektu. V areálu je v případě výpadku umístěn jeden záložní zdroj elektrické energie v podobě diesel agregátu o výkonu 200kVA

5.1.3 Energetické vstupy

Kasárenské zařízení je svým charakterem provozu určeno jako provoz spotřebovávající energetické vstupy primárních energií, bez jakýchkoli vnějších energetických výstupů ve formě výroby a prodeje energie. Tepelná a elektrická energie je využívána v areálu. Vytápění je založeno na dodávce tepla externím dodavatelem, který dodává energii do předávací stanice přes měření tepla s následnými teplovodními rozvody a topnými systémy v objektech. Elektrická energie je přiváděna z vlastní trafostanice. Na spotřebě elektřiny se výraznou měrou podílí osvětlení a potřeby zabezpečení.

V následující tabulce jsou zaznamenány fakturační údaje ročních energetických vstupů elektřiny dle faktur provozovatele za období let 2005 až 2011. Tabulka zároveň obsahuje i odhad spotřeby elektřiny pro rok 2012 na základě stanovení průměrné spotřeby v letech 2005 až 2011 v součinu s cenou za jednotku elektřiny stanovenou pro rok 2012.

Tabulka 5.1 - Spotřeba elektrické energie v letech 2005 – 2012

Období	fakturace (Kč)	cena za jednotku (Kč/ kWh)	spotřeba (kWh)
2005	2 945 487	2,17	1 357 367
2006	3 152 216	2,37	1 330 049
2007	3 331 496	2,52	1 322 022
2008	3 976 862	2,78	1 430 526
2009	4 186 969	3,07	1 363 834
2010	3 806 159	2,82	1 349 702
2011	3 844 785	3,01	1 277 337
2012	4 189 986	3,11	1 347 262

Zdroj: vlastní zpracování na základě fakturace za sledované období

Fakturované částky jsou včetně DPH ve výši 20 %, jelikož odběratel je současně konečným spotřebitelem. Pro účely budoucího odhadu spotřeby elektřiny v následujících letech, po která bude investice hodnocena, bude uvažováno přibližně 5% roční navýšení ceny za jednotku elektrické energie. Tento údaj vychází z procentuálních ročních přírůstků v letech 2006 až 2012. Následující tabulka zachycuje průměrné měsíční hodnoty spotřeby elektřiny v letech 2005 až 2011. Tyto údaje budou rovněž základním článkem pro potřeby navrhovaných úsporných opatření.

Tabulka 5.2 - Průměrná měsíční spotřeba elektrické energie v letech 2005 až 2011

období	spotřeba (kWh)
leden	122 890
únor	133 903
březen	131 421
duben	111 166
květen	99 775
červen	98 663
červenec	92 316
srpen	94 463
září	99 116
říjen	117 639
listopad	124 537
prosinec	121 373

Zdroj: vlastní zpracování na základě fakturace za sledované období

Při bližším prozkoumání hodnot reprezentujících jednotlivé měsíce lze spatřit přímou závislost spotřeby energie na ročním období. Ta je v největší míře zastoupena intenzivnějším svícením v zimním období. Právě na osvětlení se bude zaměřovat snaha o úsporu při stabilní spotřebě elektrické energie, kterou zachycuje následující tabulka.

Tabulka 5.3 - Okamžitá spotřeba elektrické energie na osvětlení

Objekt	Spotřeba (W)
Vstupní objekt	5 862
Ubytovna č. 4	75 875
Ubytovna č. 1	16 548
Ubytovna č. 2	12 165
Ubytovna č. 3	12 165
Nástupní oddělení	5 079

Výrobní objekt	5 079
Kotce pro prsy	4 892
Sklady a dílny	6 337
Kuchyň a jídelna	12 444
Sportoviště	32 618
Kasárenský objekt	9 324
Garáže	7 484
Administrativní budova	5 636
Výměník	1 250
Náhradní zdroj	600
Komunikace	9 625
Víceúčelový objekt	0
Střelnice	4 420
Trafo stanice	800
Ochranná zeď	10 870
Celkem	239 073

Zdroj: vlastní zpracování na základě energetického auditu

Tato okamžitá spotřeba je přímo závislá na intenzitě potřebnosti osvětlení během ročních období.

Dalším sledovaným energetickým vstupem je teplo dodávané za účelem vytápění objektů a přípravy TV. Po zahrnutí tepelných ztrát v rozvodech se přibližně 40 % z celkové spotřeby tepla připadá na ohřev TV. Denní spotřeba teplé vody na osobu je 77 litrů. Pro ohřev TV je zapotřebí ročně přibližně 7 000 GJ, což činí denně přibližně 19 GJ včetně tepelných ztrát. V tabulce jsou po vzoru předešlého energetického vstupu sledovány hodnoty ročních energetických vstupů tepla dle faktur provozovatele za období let 2006 až 2011. Tabulka zároveň obsahuje i odhad spotřeby tepla pro rok 2012 na základě stanovení průměrné spotřeby v letech 2006 až 2011 v součinu s cenou za jednotku tepla stanovenou pro rok 2012.

Tabulka 5.4 - Spotřeba tepla v letech 2006 až 2011

období	fakturace (Kč)	cena za jednotku (Kč/GJ)	spotřeba (GJ)
2005	7 079 877	x	x
2006	8 018 064	428	18 718
2007	7 184 744	404	17 767
2008	7 826 441	416	18 816
2009	8 323 781	468	17 805

2010	8 276 701	437	18 940
2011	7 525 105	417	18 046
2012	8 597 013	469	18 349

Zdroj: vlastní zpracování na základě fakturace za sledované období

Fakturované částky jsou včetně DPH ve výši 10 %, jelikož odběratel je současně konečným spotřebitelem. Pro účely budoucího odhadu spotřeby elektřiny v následujících letech, po která bude investice hodnocena, bude uvažováno přibližně 2% roční navýšení ceny za jednotku elektrické energie. Tento údaj vychází z procentuálních ročních přírůstků v letech 2007 až 2012. Následující tabulka zachycuje průměrné měsíční hodnoty spotřeby elektřiny v letech 2006 až 2011. Tyto údaje budou rovněž základním článkem pro potřeby navrhovaných úsporných opatření.

Tabulka 5.5 - Průměrná měsíční spotřeba tepla v letech 2006 až 2011

období	spotřeba (GJ)
leden	2 483
únor	2 469
březen	2 228
duben	2 033
květen	1 358
červen	999
červenec	843
srpen	820
září	804
říjen	965
listopad	1 511
prosinec	1 836

Zdroj: vlastní zpracování na základě fakturace za sledované období

Při bližším prozkoumání hodnot reprezentujících jednotlivé měsíce lze rovněž spatřit přímou závislost spotřeby energie na ročním období. Ta je v největší míře zastoupena intenzivnějším topením v zimním období.

Vzhledem k tomu, že spotřeba všech složek energií je v průběhu let stabilní, bude pro budoucí potřeby návrhu úsporných energetických opatření vycházeno z hodnot získaných zprůměrováním roční spotřeby ve sledovaném období let 2005 až 2011 v případě elektřiny a let 2006 až 2011 v případě tepla. Přehled těchto hodnot poskytuje následující tabulka.

Tabulka 5.6 - Průměrná roční spotřeba energií

	elektřina	teplo
spotřeba	1 347 MWh	18 349 GJ
cena za jednotku	3 110 Kč	469 Kč
fakturace	4 189 986 Kč	8 597 013 Kč
tempo růstu cen	5 %	2 %

Zdroj: vlastní zpracování na základě fakturace

Tabulka zároveň poskytuje ceny stanovené pro odběratele za jednotku energie pro rok 2012. Pro budoucí výpočty bude uvažován příslušný procentní přírůstek získaný z průměrného ročního tempa růstu cen za období 2004 až 2012. Z výše uvedených údajů vyplývá, že za dodávku energií v podobě elektřiny tepla pro vytápění a přípravu TV je ročně vynaloženo přes 12 milionů Kč včetně DPH.

5.2 Stavební část

Areál kasáren je uceleně zastavěn nízkými objekty vystavěnými v průběhu 80. až 90. let. Modernizace stále nebyla zahájena. Stavebně technický stav budov odpovídá době výstavby s vesměs původními konstrukcemi bez větších stavebních úprav. Provozní doby každého objektu a oddělení jsou stanoveny s ohledem na typ vykonávané činnosti, hygienické podmínky, eventuálně výrobní činnost. Kapacita areálu je v současné době dimenzována pro 1 100 ubytovaných a pro 300 zaměstnanců.

5.2.1 Obvodový plášť

Plášť je vyzděn z plných cihel, příčky jsou z odlehčených příčkových cihel. Nadokenní překlady a základy jsou železobetonové. Zastropení je provedeno ze železobetonových prefabrikovaných panelů. Vnitřní omítky jsou vápenné štukové, v suterénech pak cementové, vnější omítky jsou břizolitové škrábané. V sociálních zařízeních jsou keramické obklady. Budovy mají jedno až pět podlaží. Konstrukce objektů se ze stavebně technického hlediska jeví jako vyhovující nosný základ pro tepelnou izolaci.

5.2.2 Průsvitné výplně

Výplně dveřních otvorů jsou typové, dřevěné. Okenní otvory jsou u všech objektů vyplněné dřevěnými zdvojenými okny.

5.2.3 Vodorovné konstrukce

Podlahy ve styku se zemínou jsou z prostého betonu včetně hydroizolace odpovídající stáří výstavby objektu. Zastropení je provedeno z předpjatých stropních panelů. Střechy jsou ploché a tvoří je stropní panely, asfaltové nátěry, desky a cementový potěr.

5.2.4 Energetická náročnost

Energetická náročnost budovy (dále jen ENB) je dle vyhlášky 148/2007 Sb. definována jako množství energie skutečně spotřebované pro splnění požadavků na standardizované užívání budovy, zejména na vytápění, přípravu TV, chlazení, úpravu vzduchu větráním, úpravu parametrů vnitřního prostředí klimatizačním systémem a osvětlení. Základním hodnotícím ukazatelem ENB je celková roční dodaná energie, kterou se rozumí množství energie dodané do budovy plus energie vyrobené obnovitelnými zdroji a spotřebované přímo v budově. Celková dodaná energie představuje spotřebu pro vytápění, chlazení, vzduchotechniku, přípravu teplé vody, osvětlení a provoz zařízení zajišťujících chod jednotlivých systémů, tj. souhrn veškerých energetických potřeb včetně ztrát daných účinnostmi technických zařízení, spotřeby energie pro jejich vlastní provoz, ztrát z transportu energií atd., přičemž je nutné respektovat využitelné zisky. Výstupem je tabulka, ve které jsou jednotlivé budovy zařazeny do jednotlivých tříd od velmi úsporné „A“ až po mimořádně ne hospodárné „G“.

Tabulka 5.7 - Souhrnné hodnocení budov a spotřeba tepla na vytápění

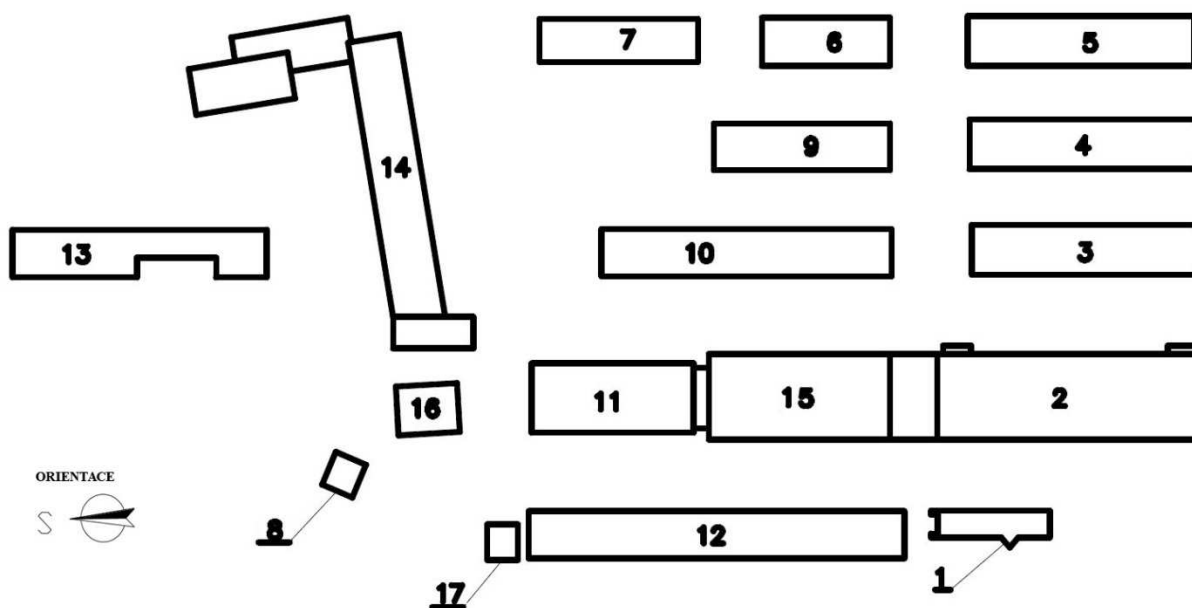
Objekt	Název	Třída	kategorie	Vytápění (GJ)
1	Vstupní objekt	D	nevyhovující	111
2	Ubytovna č. 4	D	nevyhovující	1 364
3	Ubytovna č. 3	E	nehospodárná	733
4	Ubytovna č. 2	E	nehospodárná	733
5	Ubytovna č. 1	E	nehospodárná	718
6	Nástupní oddělení	F	velmi nehospodárná	366
7	Výrobní objekt	F	velmi nehospodárná	362
9	Sklady a dílny	F	velmi nehospodárná	486
10	Kuchyň a jídelna	F	velmi nehospodárná	1 178
11	Sportoviště	D	nevyhovující	781
12	Kasárenský objekt	E	nehospodárná	506
13	Garáže	D	nevyhovující	491
14	Administrativní budova	E	nehospodárná	1 021

15	Víceúčelový objekt	D	nevyhovující	1 256
celkem	x	x	x	10 107

Zdroj: energetický audit kasárenského komplexu

Z tabulky je patrné, že ani jeden objekt nenese označení kategorie „A“, ale ani „G“.

Situační plán, ve kterém je zohledněna orientace, je k dispozici na obrázku,



Obrázek 5.1 - Situační plán kasáren (vlastní zpracování)

kde:

1. Vstupní objekt
2. Ubytovna č. 4
3. Ubytovna č. 3
4. Ubytovna č. 2
5. Ubytovna č. 1
6. Nástupní objekt
7. Výrobní objekt
8. Náhradní zdroj
9. Sklady a dílny
10. Kuchyň a jídelna
11. Sportoviště
12. Kasárenský objekt
13. Garáže
14. Administrativní budova
15. Víceúčelový objekt
16. Výměníková stanice
17. Čerpací stanice.

6 Vyhodnocení výchozího stavu energetické bilance kasárenského komplexu

Energetická náročnost objektů je ovlivňována několika základními faktory – tepelně technickým stavem budov, tj. funkčních dílů stavební konstrukce, způsobem užívání objektu a účelem využití jednotlivých prostor, počtem uživatelů, případnou potřebou energie pro technologické účely, vnějšími a vnitřními tepelnými zisky atd. Energetická náročnost také významně závisí na stavu technického zařízení budov – především otopného systému, zdravotní techniky, klimatizace, chlazení a osvětlení, kdy podstatnou roli hraje úspornost osazeného zařízení, jeho regulovatelnost, kvalita tepelných izolací atd. V neposlední řadě je energetická náročnost ovlivňována lidským faktorem – chováním uživatelů při hospodaření s energiemi, úrovni technologické kázně při obsluze zařízení – nemožnost regulovat teplotu vnitřního prostředí vede k nadbytečnému a častému větrání, které zvyšuje energetickou náročnost budovy.

6.1 Hodnocení tepelně technických vlastností objektů

Ve výše uvedeném souhrnném hodnocení budov je potvrzena nadměrná energetická náročnost objektů, která je způsobena nevyhovujícím tepelně technickým stavem stavebních konstrukcí. Tento stav je způsoben zejména provedením obvodového zdiva s absencí jakékoli tepelně izolační vrstvy. Vysokou měrnou energetickou náročnost vykazují původní typy otvorových výplní, kdy stav některých z nich je velmi špatný.

6.2 Hodnocení tepelné techniky a vytápění

V areálu kasáren jsou na otopných systémech zčásti osazeny regulační prvky schopné místní regulace a dále objekty jsou osazeny patními regulacemi schopnými automaticky řídit vytápění objektu dle nastavených režimů tak, aby nedocházelo k přetápění jednotlivých prostor, Termostatické ventily jsou ovšem osazeny především v administrativních částech objektů, naopak v ubikacích nejsou vesměs osazeny, jelikož by zde došlo k jejich zničení. Problém kasáren je chování vojáků při spotřebě TV, kdy tito nemotivovaní uživatelé necítí potřebu úspor energie a navíc technické prvky regulující spotřebu nevydrží způsob zacházení.

6.3 Hodnocení osvětlení

Osvětlení je řešeno pomocí žárovek a zářivek. Jejich spotřeba je závislá na přirozených světelných poměrech a příkonu odběrných zařízení. Osvětlovací soustava je schopna zajistit hospodárné využití elektrické energie a to s přihlédnutím k ručnímu spínání světel.

6.4 Hodnocení technologické spotřeby elektrické energie

Technologická spotřeba energie je specifická pro areál věznice – jedná se jednak o spotřebu elektrické energie na zabezpečení a strážení objektů a komunikačních prostor a dále pak se jedná o spotřebu na vaření. Z úrovně technologické spotřeby nevyplývá výrazně nevhodné nakládání nebo dokonce plýtvání. Energetické potřeby zabezpečení areálu nelze reálně snižovat. Technologie je založena na elektrických ohřevech.

6.5 Potenciál dosažitelnosti energetických úspor

Areál kasáren má i přes výše uvedené nedostatky technické a stavební předpoklady pro další dlouhodobé využití. Potenciál energetických úspor reálně dosažitelných v areálu je určen stávajícím stavem stavebních konstrukcí budov a úrovní jejich technického a technologického vybavení. Na základě provedených analýz stávajícího stavu objektů byly vytipovány následující oblasti, ve kterých lze spatřit potenciál dosažitelných úspor.

1. Osazení elektrických předřadníků osvětlení
2. Tepelná izolace obvodových stavebních konstrukcí
3. Osazení alternativních zdrojů energie
 - a. solární ohřev TV
 - b. FV systém
 - c. větrná elektrárna
 - d. kogenerační jednotka

7 Ekonomika energeticky úsporných opatření

V následujících podkapitolách bude věnován prostor ekonomickému hodnocení právě těch energeticky úsporných technologií, jež byla v rámci potenciálu dosažitelných úspor vyjmenována. Pro jejich ocenění bude použita metoda založená na generovaných finančních tocích, tedy metoda „čisté současné hodnoty“, vycházející z predikce vývoje finančních toků v čase. Postupuje se následovně. Predikují se toky v hotovosti za jednotlivá období hodnocení investice, následuje jejich přepočet na PV a následně bude určeno předběžné ocenění součtem všech současných hodnot, od nichž se odečtou investiční náklady na začátku období. Diskontní sazba byla stanovena na základě explicitních nákladů v podobě úrokové sazby, za kterou si stát vypůjčuje peníze na finančních trzích. Tímto finančním instrumentem je kupon státních dluhopisů.

7.1 Osazení elektrických předřadníků osvětlení

Osvětlení ve všech budovách je spínáno ručně dle režimu a potřeb a tak se osazení elektrických předřadníků osvětlení jeví jako nejúčinnější možnost úspor elektrické energie.

7.1.1 Investiční náklady

Na základě energetického auditu lze vyčíslit investiční náklady navrhovaného úsporného opatření, které jsou podrobně zobrazeny na následující tabulce.

Tabulka 7.1 - Investiční náklady na osazení elektrických předřadníků osvětlení

Objekt	Cena (Kč)
Vstupní objekt	83 160
Ubytovna č. 4	726 120
Ubytovna č. 1	157 080
Ubytovna č. 2	165 720
Ubytovna č. 3	186 240
Nástupní oddělení	66 720
Výrobní objekt	4 440
Kotce pro psy	45 600
Sklady a dílny	99 000
Kuchyň a jídelna	210 480
Sportoviště	463 200
Kasárenský objekt	116 640

Garáže	74 760
Administrativní budova	27 600
Náhradní zdroj	3 600
Veřejné osvětlení	132 000
Střelnice	42 000
Trafostanice	2 400
Ochranná zeď	200 400
Celkem	2 807 160

Zdroj: vlastní zpracování na základě energetického auditu

7.1.2 Cash-Flow

Úsporu osazením elektrických předřadníků je na základě energetického auditu možno určit na 7 % roční spotřeby elektřiny ve výši 93 MWh. Při dané ceně za jednotku energie pro rok 2012 a uvažování jejího ročního 9% navyšování po dobu životnosti předřadníků, která je stanovena na 20 let lze zjistit úsporu elektrické energie v Kč. Tyto údaje zachycuje následující tabulka.

Tabulka 7.2 - Roční úspora elektrické energie během období životnosti investice

období	rok	cena (Kč/kWh)	úspora (Kč)	diskont	DPT (Kč)
1	2012	3,11	289 230	0,943	272 858
2	2013	3,39	315 261	0,890	280 581
3	2014	3,69	343 634	0,840	288 522
4	2015	4,03	374 561	0,792	296 688
5	2016	4,39	408 272	0,747	305 084
6	2017	4,79	445 016	0,705	313 719
7	2018	5,22	485 068	0,665	322 598
8	2019	5,69	528 724	0,627	331 728
9	2020	6,20	576 309	0,592	341 116
10	2021	6,75	628 177	0,558	350 771
11	2022	7,36	684 713	0,527	360 698
12	2023	8,03	746 337	0,497	370 906
13	2024	8,75	813 507	0,469	381 404
14	2025	9,53	886 723	0,442	392 198
15	2026	10,39	966 528	0,417	403 298
celkem	x	x	8 492 058	x	5 012 169

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce jsou zároveň zahrnuty hodnoty diskontu za jednotlivá období stanovené na základě diskontní sazby ve výši 6 % a z nich DPT v podobě ročních úspor nerealizovaného odběru elektrické energie z distribuční soustavy od dodavatele.

7.1.3 Hodnocení ekonomiky

Životnost elektrického předřadníku je stanovena na dobu 15 let, z níž vychází i doba, po kterou je investice hodnocena. Následující tabulka shrnuje základní hodnoty a výsledné ukazatele ekonomické efektivity, na jejichž základě bude určena ČSH a IRR.

Tabulka 7.3 - Ukazatele ekonomické efektivity elektrických předřadníků osvětlení

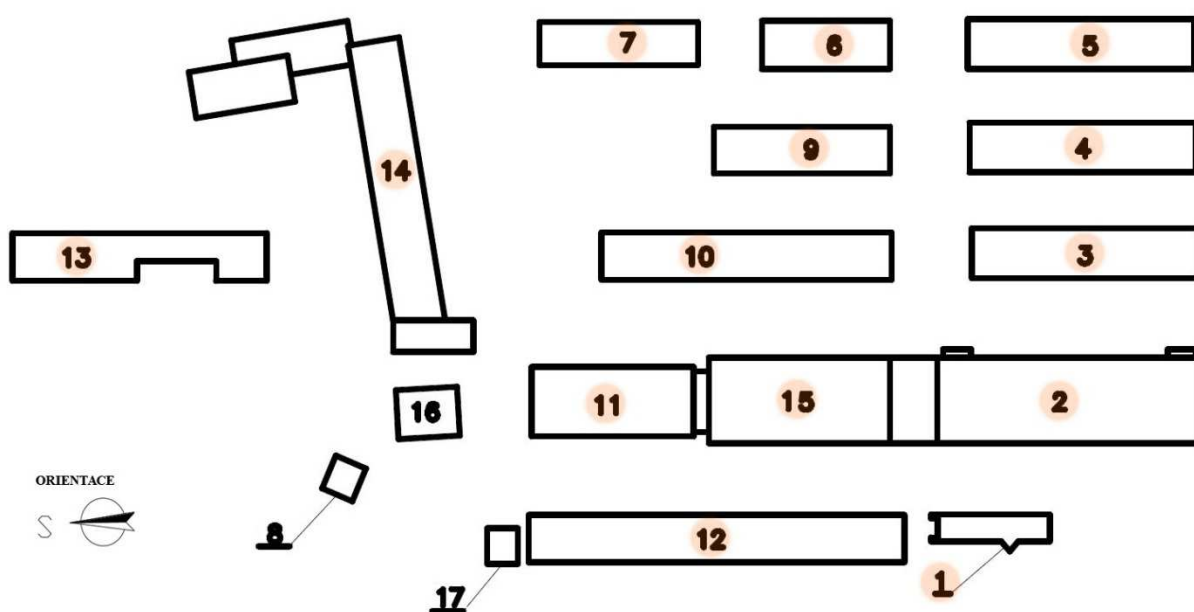
roční navýšení ceny za jednotku energie	9%
roční úspora (kWh)	93 000
investiční náklady	2 807 160 Kč
současná hodnota investice	5 012 169 Kč
diskontní sazba	6,0%
vnitřní výnosové procento	14,1%
čistá současná hodnota (Kč)	2 205 009 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky je patrná kladná ČSH přesahující 2 mil. Kč a IRR nad hranicí 14 %, což zcela zjevně svědčí o vysoké ekonomické efektivity potenciálního energeticky úsporného opatření. Na základě těchto údajů lze investici doporučit.

7.2 Tepelná izolace objektů

Stávající stav stavebních konstrukcí je vesměs nevyhovující a v rámci posouzení každého objektu je navrženo odpovídající zateplení pláště budovy. V areálu se nenachází žádný objekt s vyhovujícím tepelně technickými vlastnostmi. Veškeré ochlazované stavební konstrukce (obvodové stěny, podlahy, střechy, okna a dveře) vykazují až na výjimky součinitele prostupu tepla mnohdy až několikanásobně vyšší, než jsou doporučené hodnoty předepsané v ČSN 730540. Následující obrázek dokumentuje situaci dotčených objektů.



Obrázek 7.1 - Situační plán tepelné izolace objektů (vlastní zpracování)

Dotčený objekt je v obrázku vyznačen barevně.

7.2.1 Investiční náklady

Na základě energetického auditu lze vyčíslit investiční náklady navrhovaného úsporného opatření, které jsou podrobně zobrazeny na následující tabulce. Cena za zateplení 1 m² se pohybuje v rozmezí 1 400 až 5 400 Kč v závislosti na charakteru konstrukce.

Tabulka 7.4 - Investiční náklady na zateplení

Objekt	Název	Náklady (Kč)
1	Vstupní objekt	357 322
2	Ubytovna č. 4	5 633 536
3	Ubytovna č. 3	3 504 223
4	Ubytovna č. 2	3 432 262
5	Ubytovna č. 1	3 426 536
6	Nástupní oddělení	1 460 595
7	Výrobní objekt	1 301 255
9	Sklady a dílny	1 922 670
10	Kuchyň a jídelna	3 943 495
11	Sportoviště	2 901 186
12	Kasárenský objekt	2 160 191
13	Garáže	936 902

14	Administrativní budova	5 491 354
15	Víceúčelový objekt	2 530 440
celkem	x	39 001 967

Zdroj: vlastní zpracování na základě energetického auditu

Celkové investiční náklady na realizaci zateplení jsou uvedeny včetně DPH.

7.2.2 Cash-Flow

Porovnáním spotřeby energie před a po zateplení lze určit úsporu necelých 50 % roční spotřeby tepla na vytápění lehce pod 5 000 GJ. Stav po realizaci akce je zachycen v následující tabulce.

Tabulka 7.5 - Charakteristika objektů a spotřeba na vytápění po zateplení

Objekt	Název	Třída	kategorie	Vytápění (GJ)
1	Vstupní objekt	C2	vyhovující	104
2	Ubytovna č. 4	C2	vyhovující	920
3	Ubytovna č. 3	C1	vyhovující	269
4	Ubytovna č. 2	C1	vyhovující	284
5	Ubytovna č. 1	C1	vyhovující	284
6	Nástupní oddělení	C2	vyhovující	114
7	Výrobní objekt	C1	vyhovující	106
9	Sklady a dílny	C2	vyhovující	157
10	Kuchyň a jídelna	C1	vyhovující	587
11	Sportoviště	C1	vyhovující	380
12	Kasárenský objekt	C2	vyhovující	184
13	Garáže	B	úsporná	328
14	Administrativní budova	C1	vyhovující	570
15	Víceúčelový objekt	C2	vyhovující	1 085
celkem	x	x	x	5 371

Zdroj: vlastní zpracování na základě energetického auditu

Při dané ceně za jednotku tepla pro rok 2012 a uvažování jejího ročního 2% navyšování po dobu životnosti technologie, která je stanovena na 50 let, lze zjistit úsporu na dodávkách tepla v Kč. Vzhledem k délce doby posouzení investice je tabulka roční úspory tepla na vytápění objektů uvedena v příloze práce. Jsou v ní zachyceny diskontované peněžní toky za jednotlivá léta, která v součtu činí přes 47 milionů Kč.

7.2.3 Hodnocení ekonomiky

Životnost tepelné izolace objektů je stanovena na dobu 50 let, z níž vychází i doba, po kterou je investice hodnocena. Následující tabulka shrnuje základní hodnoty a výsledné ukazatele ekonomické efektivity, na jejichž základě bude určena ČSH a IRR.

Tabulka 7.6 - Ukazatele ekonomické efektivity tepelné izolace objektů

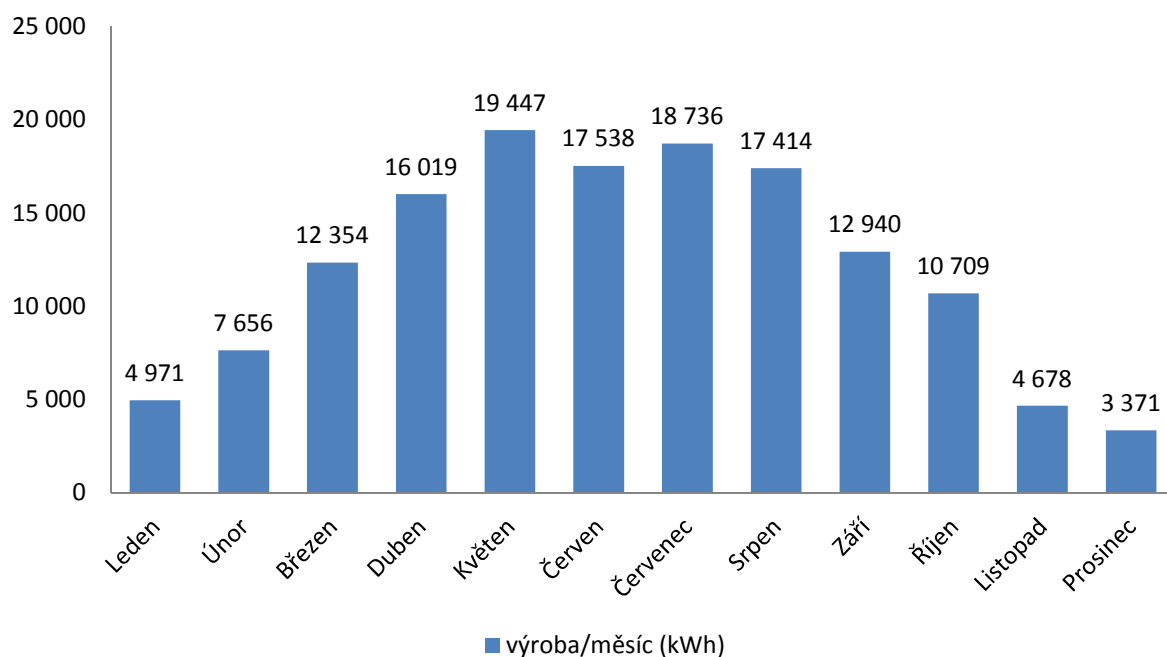
roční navýšení ceny za jednotku tepla	2%
roční úspora (GJ)	4 736
investiční náklady	39 001 967 Kč
současná hodnota investice	47 415 509 Kč
diskontní sazba	6,0%
vnitřní výnosové procento	7,2%
čistá současná hodnota (Kč)	8 413 542 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Rozdílem současné hodnoty investice a investičních nákladů je patrná kladná ČSH přesahující 8 milionů Kč. IRR se pohybuje nad hranicí 7 %, což zcela zjevně svědčí ekonomické efektivity potenciálního energeticky úsporného opatření. Na základě těchto údajů lze investici doporučit.

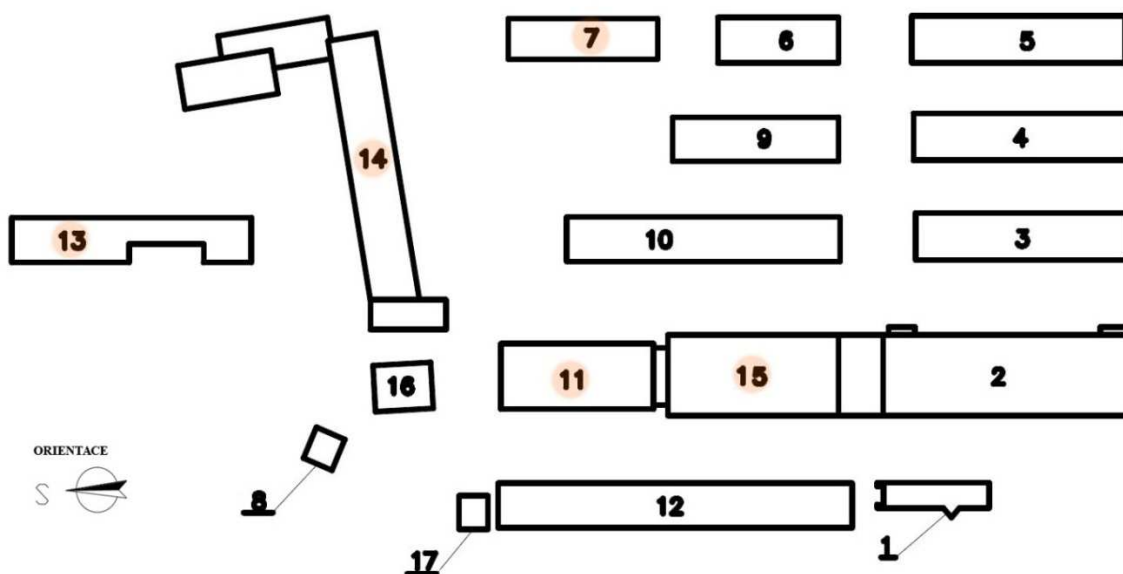
7.3 Fotovoltaický systém

Stávající stav stavebních konstrukcí v rámci posouzení každého uvažovaného objektu vyhovuje pro instalaci FV systému. Pro instalaci byly navrženy: výrobní objekt, víceúčelový objekt, garáže, administrativní budova a sportoviště. V číselném označení jde o objekty č. 7, 11, 13, 14 a 15. Graficky jsou zachyceny na Obr. 1.1 včetně orientace. Jak již bylo uvedeno, všechny objekty disponují plochou střechou, tudíž je pro jejich instalaci nutné použít nosnou konstrukci s náklonem 35° orientovanou na jih. Na základě dat poskytnutých ČHMÚ o průměrném měsíčním úhrnu slunečního záření lze odhadnout měsíční výrobu elektřiny systémem o výkonu 150 kWp na přibližně 145 MWh. Tyto měsíční sumy jsou uvedeny v následujícím grafu.



Obrázek 7.2 - Odhad měsíční produkce elektrické energie FV systémem (vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ)

Hodnoty zobrazené v grafu ilustrují přímou závislost na ročním období. Při současné spotřebě kasárenského komplexu ve výši přibližně 1 350 MWh/r by FV systém pokryl roční spotřebu přibližně z 10 %. Následující obrázek dokumentuje situaci dotčených objektů.



Obrázek 7.3 - Situační plán FV systému (vlastní zpracování)

Dotčený objekt je v obrázku vyznačen barevně.

7.3.1 Investiční náklady

Na základě nabídky dodavatele lze vyčíslit investiční náklady navrhovaného úsporného opatření. Cena za jednotku kWp instalovaného činí přibližně 92 000 Kč včetně DPH. V projektu je vzhledem k prostorovým možnostem na střechách objektů uvažován systém o výkonu 150 kWp. Celkový počet FV panelů je vyčíslen na 534 ks. Celkové investiční náklady jsou vyčísleny na necelých 14 milionů Kč. Celková investice je v následující tabulce rozdělena na jednotlivé objekty.

Tabulka 7.7 - Investiční náklady na FV systém

objekt	počet panelů (ks)	výkon (kWp)	cena (Kč)
Výrobní objekt	63	18	1 624 551
Víceúčelový objekt	100	28	2 578 652
Garáže	90	25	2 320 787
Administrativní budova	171	48	4 409 494
Sportoviště	110	31	2 836 517
celkem	534	150	13 770 000

Zdroj: vlastní zpracování na základě nezávazné cenové nabídky

7.3.2 Cash-Flow

V podkapitole věnované energetickým vstupům je uvedena předpokládaná částka určená na platby za elektrickou energii v přibližné výši 4 mil. Kč. Roční produkce FV systému, která by byla zároveň areálem spotřebována by vytvořila kladný finanční tok v podobě úspory finančních prostředků nerealizovaným nákupem energie od dodavatele. Další kladný finanční tok vzniká výkupem vyrobené, ač spotřebované elektřiny za částku, která se nachází v pásmu tarifu pro systémy nad 100 kWp. Zisk je zdaněn tzv. solární daní ve výši 26% s výkupní ceny. V následující tabulce jsou tyto údaje zachyceny s tím, že žlutě formátované údaje jsou výchozími hodnotami pro rok 2012, na nichž je následné hodnocení investice založeno. Ve výpočtu je uvažována roční 1% ztráta účinnosti FV systému, dále roční 2% valorizace výkupní ceny elektřiny po dobu 20 let a také roční 9% navýšení prodejní ceny za jednotku energie. Diskontní sazba je jako v předešlých případech stanovena vzhledem nízkému riziku stanovena na 6 %. Doba hodnocení investice je stanovena na dobu životnosti FV systému, čili 20 let.

Tabulka 7.8 - Roční diskontované peněžní toky FV systému

rok	produkce (kWh)	výkupní cena (Kč/kWh)	tržba (Kč)	zisk (Kč)	prodejní cena (Kč/kWh)	úspora (Kč)	Cash-flow (Kč)	diskont	DPT (Kč)
1	145 833	5,61	818 123	605 411	3,11	453 541	1 058 952	0,943	999 011
2	144 375	5,72	826 141	611 344	3,39	489 416	1 100 760	0,890	979 672
3	142 931	5,84	834 237	617 335	3,69	528 128	1 145 464	0,840	961 753
4	141 502	5,95	842 412	623 385	4,03	569 903	1 193 289	0,792	945 196
5	140 087	6,07	850 668	629 494	4,39	614 983	1 244 477	0,747	929 946
6	138 686	6,19	859 005	635 663	4,79	663 628	1 299 291	0,705	915 949
7	137 299	6,32	867 423	641 893	5,22	716 121	1 358 014	0,665	903 157
8	135 926	6,44	875 924	648 183	5,69	772 766	1 420 950	0,627	891 521
9	134 567	6,57	884 508	654 536	6,20	833 892	1 488 428	0,592	880 998
10	133 221	6,70	893 176	660 950	6,75	899 853	1 560 803	0,558	871 544
11	131 889	6,84	901 929	667 427	7,36	971 031	1 638 459	0,527	863 119
12	130 570	6,98	910 768	673 968	8,03	1 047 840	1 721 808	0,497	855 686
13	129 264	7,11	919 693	680 573	8,75	1 130 724	1 811 297	0,469	849 207
14	127 972	7,26	928 706	687 243	9,53	1 220 164	1 907 407	0,442	843 648
15	126 692	7,40	937 808	693 978	10,39	1 316 679	2 010 657	0,417	838 977
16	125 425	7,55	946 998	700 779	11,33	1 420 828	2 121 607	0,394	835 163
17	124 171	7,70	956 279	707 646	12,35	1 533 216	2 240 862	0,371	832 176
18	122 929	7,86	965 650	714 581	13,46	1 654 493	2 369 074	0,350	829 991
19	121 700	8,01	975 114	721 584	14,67	1 785 364	2 506 948	0,331	828 579
20	120 483	8,17	984 670	728 656	15,99	1 926 586	2 655 241	0,312	827 917
celkem	2 655 518	x	17 979 231	13 304 631	x	20 549 154	33 853 786	x	17 683 210

Zdroj: vlastní zpracování na základě nezávazné cenové nabídky

Z tabulky je patrná současná hodnota ve výši necelých 17 mil. Kč. Na jejím základě se v hodnocení ekonomiky projektu stanoví výše ČSH.

7.3.3 Hodnocení ekonomiky

Životnost FV elektrárny je stanovena na dobu 20 let, z níž vychází i doba, po kterou je investice hodnocena. Následující tabulka shrnuje základní hodnoty a výsledné ukazatele ekonomické efektivity, na jejichž základě bude určena čistá současná hodnota (dále jen ČSH) a vnitřní výnosové procento (dále jen IRR).

Tabulka 7.9 - Ukazatele ekonomické efektivity tepelné izolace objektů

investiční náklady	13 770 000 Kč
prvotní produkce (kWh)	145 833
prvotní výkup (Kč/kWh)	5,61

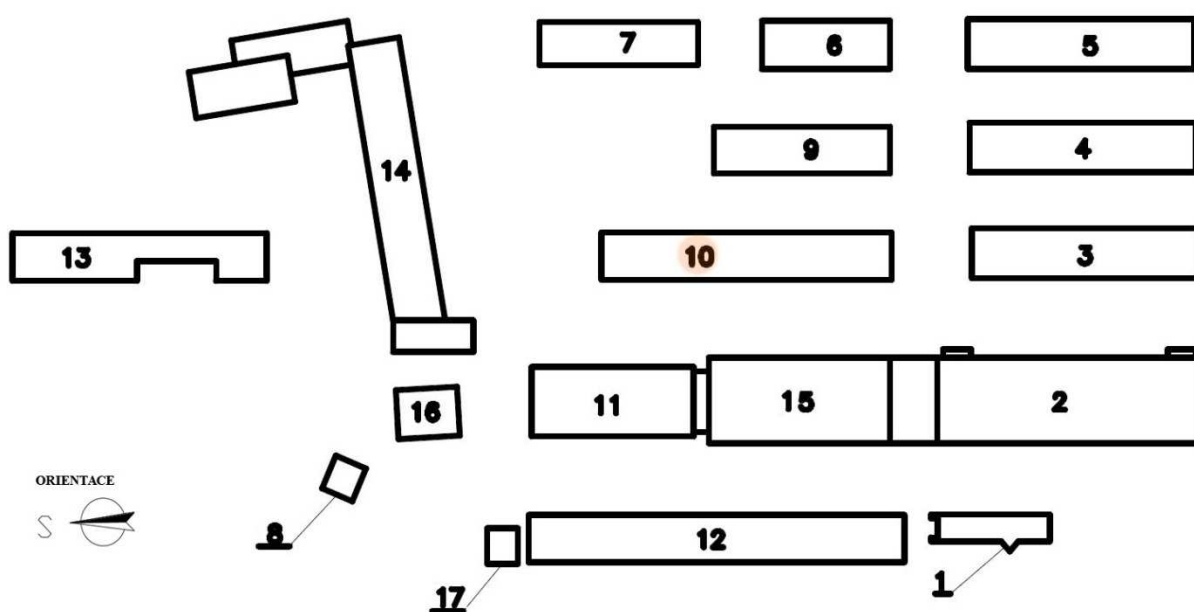
prvotní prodej (Kč/kWh)	3,11
diskontní sazba	6,0%
roční valorizace výkupu	2%
roční navýšení prodeje	9%
roční ztráta účinnosti	1%
solární daň	26%
vnitřní výnosové procento	8,8%
současná hodnota investice	17 683 210 Kč
čistá současná hodnota	3 913 210,20 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Rozdílem současné hodnoty investice a investičních nákladů je patrná kladná ČSH necelých 4 mil. Kč. IRR se pohybuje lehce pod hranicí 9 %, což zcela zjevně svědčí ekonomické efektivnosti potenciálního energeticky úsporného opatření. V případě, kdy by komerční ekonomický subjekt zvažující investici do FV systému zvolil financování se zapojením bankovního úvěru, pak by pravděpodobně IRR bylo nižší, než diskontní sazba a ČSH by byla záporná. Na základě těchto údajů lze investici za předpokladu nízké diskontní sazby doporučit.

7.4 Solární termika

Tato varianta řeší osazení alternativního zdroje energie – solární ohřev vody v Kuchyni a jídelně - objektu č. 10. Na střeše objektu kuchyně je navrženo umístění kolektorů o účinné ploše 100 – 120 m² kolektorů při 350 GJ/r. Osazení kolektorů bude provedeno na ocelových rámech zakotvených ke střeše, potrubí bude svedeno do suterénu do nových akumulčních nádob poblíž dnešního vstupu potrubí. Celý systém bude protrubkován a spřažen regulačně se stávajícím ohřevem TV. Následující obrázek dokumentuje situaci dotčených objektů.



Obrázek 7.4 - Situační plán solárně-termického systému (vlastní zpracování)

Dotčený objekt je v obrázku vyznačen barevně.

7.4.1 Investiční náklady

Investiční náklady zahrnují dodávku a montáž solárního systému, vypouštění, tlakové zkoušky a vyregulování systému v celkové hodnotě **1 860 000 Kč včetně DPH**.

7.4.2 Cash-Flow

Úspora dosažená při sníženém odběru tepla od dodavatele lze hodnotit jako čistý peněžní tok. Při roční úspoře na nákup tepla od dodavatele ve výši 350 GJ je možné za současného zahrnutí ceny za jednotku tepla pro rok 2012 stanovit finanční úsporu přesahující 160 tis. Kč. V následující tabulce jsou zobrazeny úspory za jednotlivá léta hodnocení investice.

Tabulka 7.10 - Roční diskontované peněžní toky Solárního termického systému

rok	cena (Kč/GJ)	úspora (GJ)	cash-flow (Kč)	diskont	DPT (Kč)
1	469	350	164 150	0,943	154 858
2	478	347	165 759	0,890	147 525
3	488	343	167 383	0,840	140 538
4	498	340	169 023	0,792	133 882
5	508	336	170 680	0,747	127 542

6	518	333	172 353	0,705	121 502
7	528	330	174 042	0,665	115 748
8	539	326	175 747	0,627	110 266
9	550	323	177 470	0,592	105 044
10	560	320	179 209	0,558	100 069
11	572	317	180 965	0,527	95 330
12	583	313	182 738	0,497	90 815
13	595	310	184 529	0,469	86 515
14	607	307	186 338	0,442	82 417
15	619	304	188 164	0,417	78 514
16	631	301	190 008	0,394	74 796
17	644	298	191 870	0,371	71 254
18	657	295	193 750	0,350	67 879
19	670	292	195 649	0,331	64 665
20	683	289	197 566	0,312	61 602
celkem	x	x	3 607 392	x	2 030 761

Zdroj: vlastní zpracování na základě energetického auditu

Ve výpočtech je zahrnuta roční 1% ztráta účinnosti solárního systému a zároveň roční 2% navýšení ceny za jednotku energie od dodavatele.

7.4.3 Hodnocení ekonomiky

Životnost FV elektrárny je stanovena na dobu 20 let, z níž vychází i doba, po kterou je investice hodnocena. Následující tabulka shrnuje základní hodnoty a výsledné ukazatele ekonomické efektivity, na jejichž základě bude určena ČSH a IRR.

Tabulka 7.11 - Ukazatele ekonomické efektivity solárního termického systému

investiční náklady	1 860 000 Kč
roční úspora (GJ)	350
cena tepla pro rok 2012 (Kč/GJ)	469
diskontní sazba	6,00%
roční ztráta účinnosti	1%
vnitřní výnosové procento	7,07%
současná hodnota investice	2 030 761 Kč
čistá současná hodnota	170 761 Kč

Zdroj: vlastní zpracování na základě energetického auditu

Rozdílem současné hodnoty investice a investičních nákladů je patrná kladná ČSH přesahující 170 tis. Kč. IRR se pohybuje lehce nad hranicí 7 %, což svědčí o ekonomické efektivity na hranici návratnosti investice do potenciálního energeticky úsporného

opatření. Na druhou stranu toto opatření přispěje ke snížení energetické závislosti na dodavateli energie o přibližně 2%, což je primárním cílem projektu. V případě, že by komerční ekonomický subjekt zvažující investici do FV systému zvolil financování se zapojením bankovního úvěru, pak by pravděpodobně IRR bylo nižší, než diskontní sazba a ČSH by byla záporná. Na základě těchto údajů lze investici za předpokladu nízké diskontní sazby doporučit.

7.5 Větrná elektrárna

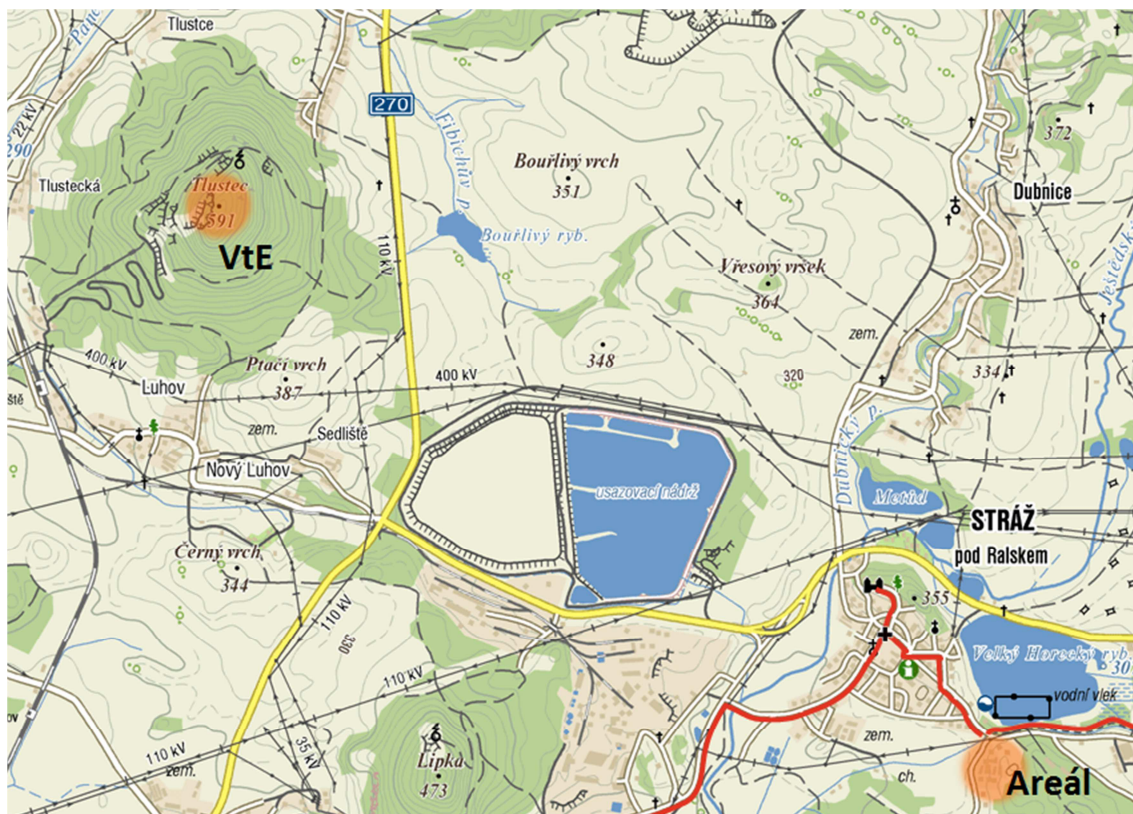
Lokalita Stráž pod Ralskem je na sílu větru velmi chudá. Dokazuje to následující tabulka.

Tabulka 7.12 - Průměrná měsíční rychlost větru v roce 2010 v m/s

leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2,1	2,3	1,4	1,5	1,4	1,5	0,9	1,2	1,2	2,1	1,8	1,8

Zdroj: ČHMÚ na základě smlouvy o poskytnutí meteorologických dat

Na základě tabulkových dat lze určit průměrnou sílu větru, která činí 1,6 m/s, což ve výšce 100 m znamená přibližně 3,6m/s. To je velice málo na to, aby bylo možno reálně ekonomicky uvažovat o tom, že by se vyplatila větrná elektrárna. Obecně se počítá hodnota alespoň 6 m/s, ale díky složitosti a ekonomické náročnosti osobně v ČR je doporučeno alespoň 6,4m/s. VtE za těchto podmínek reálná není. Pokud by však byla turbína umístěna na vrchol Tlustce v lokalitě Brniště, kde je rychlost větru výrazně vyšší, pak by realizace možná byla. V lokalitě Stráž pod Ralskem to reálně není. Pro roční spotřebu okolo 1350 MWh nejsou malé elektrárny příliš ideální a velké obvykle produkují 4-6 GWh ročně. Na vrcholku kopce Tlustec, je ve 100m výšce nad terénem vítr o rychlosti 7m/s jako průměr za rok. To je vynikající výsledek, a pokud by na daný kopec byla umístěna turbína Vestas V 90, bylo by reálně očekávat výrobu na úrovni 6,6 GWh ročně při 105m věži. To jsou velmi vysoké hodnoty a bylo by výhodné takovou věž zbudovat. Pro modelový příklad by to byla vynikající lokalita. Následující obrázek dokumentuje situaci dotčených objektů.



Obrázek 7.5 - Situační plán instalace VtE (vlastní zpracování)

Areál kasáren a rovněž umístění turbíny VtE je v obrázku vyznačeno barevně.

7.5.1 Investiční náklady

Celkové finanční náklady lze odhadnout na **80 milionů Kč včetně DPH**. V projektu se počítá s vybudováním komunikace a vyhloubením základu na vrcholu kopce a zabetonováním turbíny VtE. Podzemní kabel povede k nejbližšímu místu napojení do distribuční sítě. Bez využití mohutných baterií by nemělo smysl spoléhat se jen na jeden zdroj, což nelze nikdy, ani u uhlí, jádra, plynu, nemluvě o výrazném přebytku elektřiny. V distribuční síti se totiž lépe vyrovnávají výkyvy z jednotlivých zdrojů. V úvahu není brána doprava na místo, povolení ani ostatní faktory.

7.5.2 Cash-Flow

V případě VtE je nutné aplikovat rozdílné podmínky, než u ostatních navrhovaných technologií z toho důvodu, že místo produkce není totožné s místem odběru. Je sice možností vedení kabelu do areálu věznice, ale toto řešení je bez dostatečného zajištění bateriemi prakticky nesmyslné a nelze se spoléhat jen na jeden zdroj. Toto řešení by navíc

posunulo náklady za hranici návratnosti investice. Vhodnějším řešením je napojení na distribuční síť v nejbližším místě napojení z hlediska vyrovnavání fluktuací. Díky tomuto řešení se navrhovaná varianta odlišuje od ostatních a tak k ní také bude přistupováno. V následující tabulce je uvažována pouze produkce bez spotřeby a výsledné tržby za jednotlivá léta zatížené 19% daní z příjmu.

Tabulka 7.13 - Roční diskontované peněžní toky VtE

rok	tržba (Kč)	daň z příjmu (Kč)	Cash-flow (Kč)	diskont	DPT (Kč)
1	14 718 000	2 796 420	11 921 580	0,943	11 246 774
2	15 012 360	2 852 348	12 160 012	0,890	10 822 367
3	15 312 607	2 909 395	12 403 212	0,840	10 413 976
4	15 618 859	2 967 583	12 651 276	0,792	10 020 996
5	15 931 237	3 026 935	12 904 302	0,747	9 642 845
6	16 249 861	3 087 474	13 162 388	0,705	9 278 964
7	16 574 858	3 149 223	13 425 635	0,665	8 928 814
8	16 906 356	3 212 208	13 694 148	0,627	8 591 878
9	17 244 483	3 276 452	13 968 031	0,592	8 267 656
10	17 589 372	3 341 981	14 247 392	0,558	7 955 669
11	17 941 160	3 408 820	14 532 339	0,527	7 655 455
12	18 299 983	3 476 997	14 822 986	0,497	7 366 570
13	18 665 983	3 546 537	15 119 446	0,469	7 088 586
14	19 039 302	3 617 467	15 421 835	0,442	6 821 092
15	19 420 088	3 689 817	15 730 272	0,417	6 563 693
16	19 808 490	3 763 613	16 044 877	0,394	6 316 006
17	20 204 660	3 838 885	16 365 775	0,371	6 077 666
18	20 608 753	3 915 663	16 693 090	0,350	5 848 320
19	21 020 928	3 993 976	17 026 952	0,331	5 627 629
20	21 441 347	4 073 856	17 367 491	0,312	5 415 266
celkem	277 608 689	67 945 651	209 663 038	x	159 950 223

Zdroj: vlastní zpracování na základě konzultace

Ve výpočtu DPT je současně zahrnuta roční 1% ztráta účinnosti VtE a zároveň roční 2% valorizace výkupní ceny operátorem trhu. Výkupní cena v prvním roce hodnocení investice je stanovena cenových rozhodnutím ERÚ pro rok 2012. Z tabulky je patrná současná hodnota necelých 160 mil. Kč v průběhu 20letého hodnocení investice.

7.5.3 Hodnocení ekonomiky

Jak již bylo řečeno, v tomto případě se nejedná o úspory z nerealizovaného odběru elektrické energie, ale pouze o kladné finanční toky z důvodu nemožnosti produkovanou energii zároveň spotřebovávat v místě odběru. Z předešlé tabulky je patrné, že suma DPT za jednotlivá léta hodnocení investice je vyšší, nežli investiční náklady, což znamená, že ČSH je kladná. Její hodnotu společně s dalšími ukazateli zobrazuje následující tabulka.

Tabulka 7.14 - Ukazatele ekonomické efektivity VtE

investiční náklady	80 000 000 Kč
prvotní produkce (MWh)	-6 600
prvotní výkup (Kč/MWh)	2 230,00
diskontní sazba	6,00%
roční valorizace výkupu	2%
roční ztráta účinnosti	1%
daň z příjmu	15%
vnitřní výnosové procento	13,66%
současná hodnota investice	141 345 251 Kč
čistá současná hodnota	61 345 251 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

V případě uvažování pouze diskontovaných peněžních toků nezatížených nákupem elektrické energie ze sítě vykazuje ČSH velmi vysokých hodnot přes 61 milionů Kč, o čemž svědčí i velmi příznivá výše IRR za hranicí 13 %. Za těchto okolností a za předpokladu nízké 6% diskontní sazby, lze realizaci investice do VtE za účelem dosažení příjmů z prodeje energie a nikoli energetického osamostatnění doporučit.

8 Celkové hodnocení ekonomiky

Navzdory faktu, že jednotlivá úsporná opatření lze realizovat samostatně, je vhodné určit také sumární hodnocení projektu. Tato kapitola se bude věnovat souhrnnému hodnocení ekonomiky energeticky úsporných opatření po jejich sloučení. Na základě jednotného postupu při hodnocení jednotlivých investic lze určit celkové ekonomické ukazatele.

8.1 Investiční náklady

Následující tabulka ukazuje souhrn výchozích údajů, z nichž bylo v průběhu dílčích výpočtů vycházeno.

Tabulka 8.1 - Výchozí údaje pro celkové hodnocení ekonomiky investice

Použitá technologie	Investiční náklady
Elektrické předřadníky osvětlení	2 807 160 Kč
Tepelná izolace objektů	39 001 967 Kč
Fotovoltaický systém	13 770 000 Kč
Solárně-termický systém	1 860 000 Kč
Větrná elektrárna	80 000 000 Kč
celkem	137 439 127 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Vzhledem k tomu, že investorem je v tomto případě stát, investice bude kryta prostředky ze státního rozpočtu. Objem investičních nákladů spadá do režimu tzv. nadlimitní veřejné zakázky.

8.2 Cash-Flow

Následující tabulka zobrazuje souhrn jednotlivých kladných peněžních toků.

Tabulka 8.2 - Celkové Cash-Flow investice

Použitá technologie	Cash-Flow
Elektrické předřadníky osvětlení	8 492 058 Kč
Tepelná izolace objektů	187 866 413 Kč
Fotovoltaický systém	33 853 786 Kč
Solárně-termický systém	3 607 392 Kč
Větrná elektrárna	289 663 038 Kč
celkem	523 482 687 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky je patrné, že kladné peněžní toky vykazují během 50letého období částku přesahující 500 mil. Kč. Další tabulka již podrobně analyzuje peněžní toky za jednotlivá léta.

Tabulka 8.3 - Celkové Cash-Flow a DPT v jednotlivých letech hodnocení investice

rok	Cash-flow					Suma (Kč)	diskont	DPT (Kč)
	Předřadníky (Kč)	Izolace (Kč)	FV (Kč)	Termika (Kč)	VtE (Kč)			
1	289 230	2 221 184	1 058 952	164 150	11 921 580	15 655 096	0,943	14 768 958
2	315 261	2 265 608	1 100 760	165 759	12 160 012	16 007 398	0,890	14 246 528
3	343 634	2 310 920	1 145 464	167 383	12 403 212	16 370 613	0,840	13 745 082
4	374 561	2 357 138	1 193 289	169 023	12 651 276	16 745 288	0,792	13 263 836
5	408 272	2 404 281	1 244 477	170 680	12 904 302	17 132 011	0,747	12 802 036
6	445 016	2 452 367	1 299 291	172 353	13 162 388	17 531 414	0,705	12 358 955
7	485 068	2 501 414	1 358 014	174 042	13 425 635	17 944 172	0,665	11 933 900
8	528 724	2 551 442	1 420 950	175 747	13 694 148	18 371 011	0,627	11 526 199
9	576 309	2 602 471	1 488 428	177 470	13 968 031	18 812 708	0,592	11 135 213
10	628 177	2 654 520	1 560 803	179 209	14 247 392	19 270 100	0,558	10 760 323
11	684 713	2 707 611	1 638 459	180 965	14 532 339	19 744 086	0,527	10 400 938
12	746 337	2 761 763	1 721 808	182 738	14 822 986	20 235 632	0,497	10 056 489
13	813 507	2 816 998	1 811 297	184 529	15 119 446	20 745 778	0,469	9 726 430
14	886 723	2 873 338	1 907 407	186 338	15 421 835	21 275 640	0,442	9 410 236
15	966 528	2 930 805	2 010 657	188 164	15 730 272	21 826 425	0,417	9 107 405
16		2 989 421	2 121 607	190 008	16 044 877	21 345 913	0,394	8 402 739
17		3 049 210	2 240 862	191 870	16 365 775	21 847 716	0,371	8 113 464
18		3 110 194	2 369 074	193 750	16 693 090	22 366 109	0,350	7 835 827
19		3 172 398	2 506 948	195 649	17 026 952	22 901 946	0,331	7 569 391
20		3 235 846	2 655 241	197 566	17 367 491	23 456 144	0,312	7 313 737
21		3 300 563				3 300 563	0,294	970 878
22		3 366 574				3 366 574	0,278	934 241
23		3 433 905				3 433 905	0,262	898 987
24		3 502 583				3 502 583	0,247	865 063
25		3 572 635				3 572 635	0,233	832 419
26		3 644 088				3 644 088	0,220	801 007
27		3 716 970				3 716 970	0,207	770 780
28		3 791 309				3 791 309	0,196	741 694
29		3 867 135				3 867 135	0,185	713 706
30		3 944 478				3 944 478	0,174	686 774
31		4 023 367				4 023 367	0,164	660 858
32		4 103 835				4 103 835	0,155	635 920

33		4 185 911				4 185 911	0,146	611 923
34		4 269 630				4 269 630	0,138	588 831
35		4 355 022				4 355 022	0,130	566 611
36		4 442 123				4 442 123	0,123	545 230
37		4 530 965				4 530 965	0,116	524 655
38		4 621 584				4 621 584	0,109	504 857
39		4 714 016				4 714 016	0,103	485 805
40		4 808 296				4 808 296	0,097	467 473
41		4 904 462				4 904 462	0,092	449 833
42		5 002 552				5 002 552	0,087	432 858
43		5 102 603				5 102 603	0,082	416 524
44		5 204 655				5 204 655	0,077	400 806
45		5 308 748				5 308 748	0,073	385 681
46		5 414 923				5 414 923	0,069	371 127
47		5 523 221				5 523 221	0,065	357 122
48		5 633 686				5 633 686	0,061	343 646
49		5 746 359				5 746 359	0,058	330 678
50		5 861 287				5 861 287	0,054	318 200
celkem	8 492 058	187 866 413	33 853 786	3 607 392	289 663 038	523 482 686	x	232 091 873

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky je patrná současná hodnota souhrnu opatření v částce přesahující 230 mil. Kč. Na jejím základě bude v následující kapitole stanovena výše ČSH a rovněž IRR.

8.3 Shrnutí

Z předešlé tabulky je patrné, že suma DPT za jednotlivá léta hodnocení investice je vyšší, nežli investiční náklady, což znamená, že ČSH je kladná. Její hodnotu společně s dalšími ukazateli zobrazuje následující tabulka.

Tabulka 8.4 - Ukazatele ekonomické efektivnosti sloučené investice

Diskontní sazba	6%
Doba hodnocení investice (roky)	50
Prostá doba návratnosti (roky)	8
Diskontovaná návratnost (roky)	11
Čistá současná hodnota (Kč)	94 652 745,54 Kč
Vnitřní výnosové procento	12,1%

Zdroj: vlastní zpracování

Údaje v tabulce vykazují optimistická očekávání. Za předpokladu 6% diskontní sazby je souhrnná ČSH na úrovni necelých 95 mil. Kč. Hodnota IRR se pohybuje lehce nad úrovní

12 %. Investice je hodnocena po takovou dobu, po kterou je životnost vybraných technologií nejdelší, čili 50 let, přičemž dílčí toky jsou s postupem času nižší právě z důvodu konce životnosti jednotlivých technologií. Prostá doba návratnosti je stanovena na 8 let a diskontovaná doba návratnosti na 11 z důvodu snižování hodnoty peněžních toků v čase. Souhrnné hodnocení dílčích energeticky úsporných opatření je tedy na takové úrovni, že jej lze, vzhledem ke kladné ČSH doporučit.

Závěr

Oceňování technologií prostřednictvím zvolené metody v čase generovaných finančních toků, kterou ČSH reprezentuje, má svá pozitiva i zápory. Jedním z hlavních záporů bezesporu je vysoká závislost na diskontním faktoru. V tomto případě však situace není tak vážná, jelikož případová studie se zabývala energeticky úspornými technologiemi financovanými sektorem státní správy. Diskontní sazbu, lze tedy relativně přesně určit, v textu již zmíněnou, úrokovou sazbou, za kterou si stát finanční prostředky na trhu vypůjčuje. V případě přijetí tohoto předpokladu je vytvořeno prostředí skýtající potenciál nejen v oblasti životního prostředí a snížení energetické náročnosti stavebních objektů, ale také v oblasti ekonomické efektivnosti. Zároveň však ocenění touto metodou poskytlo poměrně přesný a důvěryhodný průběh návratnosti jak dílčích investic, tak i celkového sumárního řešení.

Cílem práce bylo dokázat, že se právě z ekonomického hlediska do energeticky úsporných technologií investovat vyplatí. Při pohledu na bilance jednotlivých investičních záměrů lze navzdory nedostatečné politické podpoře, jenž má především pro fotovoltaiku likvidační charakter a rovněž nedostatečné osvětě odborné i laické veřejnosti konstatovat, že bylo tohoto cíle dosaženo.

Potenciál pro zlepšení v oblasti obnovitelných zdrojů energie lze spatřit ve větší snaze zpopularizovat tuto oblast široké veřejnosti, jak odborné, tak laické. Dalším návrhem pro zlepšení situace je upuštění od spalování zásob fosilních paliv i za cenu snížení národní energetické autonomie a upuštění od investic do dlouhodobě neperspektivního využívání jaderné energie, která je rovněž závislá na nalezištích uranové rudy. Právě alternativní zdroje energie ve spojení s technologiemi snižující energetickou náročnost staveb a infrastruktury jsou tím pravým prostředkem k trvale udržitelnému energetickému rozvoji.

Seznam literatury

Aktualizace státní energetické koncepce [online], Praha: MPO, 2010. dostupné z: <http://www.mpo.cz/kalendar/download/71707/priloha002.pdf>.

BERANOVSKÝ, J. et.al, Internetové energetické a informační středisko ČEA [online] Dostupné z: <http://www.i-ekis.cz/?page=vitr>.

BIOMASA3 ENERGETICKÁ, EKOLOGICKÁ. 2010, Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, ISBN 978-80-85990-17-1.

Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie [online] Dostupné z: http://ekowatt.cz/upload/8d8404454da8be9d52d9234092c9d457/energie_vetru_web.pdf.

Elektrický předřadník. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 8. 7. 2011 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronický_předřadník.

Fotovoltaika. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 16. 2. 2012 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaika>.

GEŽO, M. Malé větrné elektrárny a hybridní varianty. Alternativní energie. Praha: CMCE, 2011, roč. 14, č. 2, s. 25. ISSN 1212-1673.

HARTMANOVÁ, H. Zákon o podporovaných zdrojích energie – degradace podpory OZE. Alternativní energie. Praha: CMCE, 2011, roč. 14, č. 6, s. 4-7. ISSN 1212-1673.

Hestia [počítačový program na CD]. 5.0 VIVID. Praha (ČR): MPO, 2008.1 CD; 700 MB. Program pro Windows.

KOČ, B. Nejvíce větrníků má Čína. Alternativní energie. Praha: CMCE, 2011, roč. 14, č. 3, s. 38. ISSN 1212-1673.

Koeficient ročního využití. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 7. 3. 2012 [cit. 31. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Koeficient_ročního_využití.

Kogenerace z biomasy [online]. Třebíč: TTS Group, 2001 [cit. 31. 3. 2012]. Dostupný z: <http://www.tts.cz/cz/boilers/orc.html>.

Kogenerace. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 5. 11. 2011 [cit. 31. 3. 2012]. Anglická verze. Dostupný z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Kogenerace>.

KRAFTOVÁ, I.; KRAFT, J. Povzbudivý růst ekonomiky regionů: cílená regulace versus tržní autoregulace? Politická ekonomie. 2009, roč. 57, č. 6, s. 769-791. ISSN 0032-3233.

MPO. Národní akční plán pro energii z obnovitelných zdrojů 2010 [online], 1. vyd. Praha, Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2010-08-25. Dostupné z: <http://download.mpo.cz/get/42577/47632/568798/priloha001.pdf>.

Organic Rankine cycle. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 26. 3. 2012 [cit. 25. 3. 2012]. Anglická verze. Dostupný z: http://en.wikipedia.org/wiki/Organic_Rankine_cycle.

PETERKA, J. Energetické aktuality. Alternativní energie. Praha: CMCE, 2012, roč. 15, č. 1, s. 2. ISSN 1212-1673.

PETERKA, J. Využitelná bilance sluneční energie pro přípravu TV v rodinných domech v ČR. VYTÁPÍME SLUNCEM. Praha: CMCE, 2010, s. 6. ISSN 1212-1673.

QUASCHNING, Volker Obnovitelné zdroje energií. 1. vyd. Praha: GRADA Publishing, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.

Technologie. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 14. 2. 2012 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Technologie>.

Tepelná izolace. In Wikipedia: otevřená encyklopedie [online]. Los Angeles (California): Wikimedia Foundation, 2001-, strana naposledy edit. 12. 10. 2011 [cit. 25. 3. 2012]. Česká verze. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Tepelná_izolace.

The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D. 1st ed. New York: John Wiley & Sons, 1999, 403 p. ISBN 978-0471316381.

Seznam příloh

Příloha A – Roční diskontované peněžní toky tepelné izolace objektů

počet stran: 2

Příloha A – Roční diskontované peněžní toky tepelné izolace objektů

období	rok	cena (Kč/GJ)	úspora (Kč)	diskont	DPT (Kč)
1	2012	469	2 221 184	0,943	2 095 457
2	2013	478	2 265 608	0,890	2 016 383
3	2014	488	2 310 920	0,840	1 940 293
4	2015	498	2 357 138	0,792	1 867 074
5	2016	508	2 404 281	0,747	1 796 619
6	2017	518	2 452 367	0,705	1 728 822
7	2018	528	2 501 414	0,665	1 663 583
8	2019	539	2 551 442	0,627	1 600 806
9	2020	550	2 602 471	0,592	1 540 399
10	2021	560	2 654 520	0,558	1 482 270
11	2022	572	2 707 611	0,527	1 426 336
12	2023	583	2 761 763	0,497	1 372 512
13	2024	595	2 816 998	0,469	1 320 719
14	2025	607	2 873 338	0,442	1 270 880
15	2026	619	2 930 805	0,417	1 222 923
16	2027	631	2 989 421	0,394	1 176 775
17	2028	644	3 049 210	0,371	1 132 368
18	2029	657	3 110 194	0,350	1 089 637
19	2030	670	3 172 398	0,331	1 048 519
20	2031	683	3 235 846	0,312	1 008 952
21	2032	697	3 300 563	0,294	970 878
22	2033	711	3 366 574	0,278	934 241
23	2034	725	3 433 905	0,262	898 987
24	2035	740	3 502 583	0,247	865 063
25	2036	754	3 572 635	0,233	832 419
26	2037	769	3 644 088	0,220	801 007
27	2038	785	3 716 970	0,207	770 780
28	2039	801	3 791 309	0,196	741 694
29	2040	817	3 867 135	0,185	713 706
30	2041	833	3 944 478	0,174	686 774
31	2042	850	4 023 367	0,164	660 858
32	2043	867	4 103 835	0,155	635 920
33	2044	884	4 185 911	0,146	611 923
34	2045	902	4 269 630	0,138	588 831
35	2046	920	4 355 022	0,130	566 611
36	2047	938	4 442 123	0,123	545 230
37	2048	957	4 530 965	0,116	524 655
38	2049	976	4 621 584	0,109	504 857
39	2050	995	4 714 016	0,103	485 805

40	2051	1 015	4 808 296	0,097	467 473
41	2052	1 036	4 904 462	0,092	449 833
42	2053	1 056	5 002 552	0,087	432 858
43	2054	1 077	5 102 603	0,082	416 524
44	2055	1 099	5 204 655	0,077	400 806
45	2056	1 121	5 308 748	0,073	385 681
46	2057	1 143	5 414 923	0,069	371 127
47	2058	1 166	5 523 221	0,065	357 122
48	2059	1 190	5 633 686	0,061	343 646
49	2060	1 213	5 746 359	0,058	330 678
50	2061	1 238	5 861 287	0,054	318 200
celkem	x	x	187 866 413	x	47 415 509